

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: Produktový management - Textil

Zadávací katedra: Katedra hodnocení textilií

Název DP:

PROPORCIONALITA LIDSKÉHO TĚLA DLE LE CORBUSIERA –
MODULOR A JEHO VYUŽITÍ K ERGONOMICKÝM ÚČELŮM

HUMAN BODY BY PROPORTIONALITY LE CORBUSIER – MODULOR AND
ITS USE OF ERGONOMIC PURPOSES

KHT - 153

Autor: Bc. Hana Tesařová

Vedoucí DP: Ing. Mgr. Marie Nejedlá Ph.D.

Počet:

stran	obrázků	tabulek	grafů	příloh
89	70	10	4	1

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená *diplomová* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 9. května 2012

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Mgr. Marii Nejedle, Ph.D. za konzultace, trpělivost, ochotu a pomoc při zpracování této diplomové práce. Také bych ráda poděkovala Ing. Tomáši Kloudovi za rady a pomoc, které mě poskytl k praktické části diplomové práce. A také bych v neposlední řadě ráda poděkovala rodině, která mě podporovala po celou dobu studia na vysoké škole.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Proporcionalita lidského těla dle Le Corbusiera – MODULOR a jeho využití k ergonomickým účelům

Cílem diplomové práce je seznámit Vás s modulem od Le Corbusiera a jeho využití k ergonomickým účelům, analyzovat výšky postav u pracovišť fixačního lisu, šicího stroje, žehlicího stolu a dírkovacího stroje.

V praktické části byly provedeny simulace virtuálních pracovníků u vybraných pracovišť za pomoci softwaru Tecnomatix Jack. Výsledky u jednotlivých systémů byly vyhodnoceny a zaznamenány v závěrečné zprávě.

Klíčová slova: Le Corbusier, výškové skupiny, ergonomie, Tecnomatix Jack, virtuální pracovník.

ANNOTATION OF THE THESIS

Human body by proportionality Le Corbusier – modulator and its use of ergonomic purposes

The aim of this thesis is to familiarize you with the Modulor by Le Corbusier and its use for ergonomic purposes, to analyze the height of persons at the sites of the fixation press, sewing machine, ironing table and buttonholer machine.

In the practical part the virtual simulations of workers have been carried out in selected workplaces using Tecnomatix Jack software. Results for individual systems were evaluated and recorded in the final report.

Keywords: Le Corbusier, height groups, ergonomics, Tecnomatix Jack, virtual worker.

OBSAH:

ÚVOD.....	9
1. LE CORBUSIER.....	10
2. MODULOR	13
3. ZLATÝ ŘEZ.....	14
4. ERGONOMIE	17
5. ERGATIKA.....	18
6. ANTROPOCENTRISMUS	19
6.1. Fyzické parametry člověka	20
6.1.1. Rozměrové.....	20
6.1.2. Pohybové	20
6.1.3. Somatické	20
6.1.4. Energetické	20
6.2. Smyslové parametry člověka	20
6.3. Mentální parametry člověka	21
6.3.1.1. Temperament	21
6.3.1.2. Charakter	21
6.4. Schopnosti člověka	22
6.6. Výkonová kapacita člověka	24
6.7. Základní pojmy	24
6.7.1. Tělesné rozměry a pohyby.....	25
6.7.2. Svalová síla a tělesná práce	25
7. PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA ERGONOMIE	26
7.1. Rozměrové řešení.....	26
7.1.1. Pohlaví a stáří člověka.....	26
7.1.2. Pracovní poloha	26
7.1.2.1. Parametry pracovních ploch při práci vsedě.....	27
7.1.2.2. Parametry pracovních ploch pro práci vstoje.....	28

7.1.3.	Pohybový prostor	28
7.1.4.	Zorné podmínky	30
7.1.4.1.	Zorná vzdálenost	30
7.1.4.2.	Osa pohledu	31
7.1.4.3.	Zorné pole.....	31
8.	ANTROPOMETRIE.....	31
9.	SOMATOMETRIE.....	32
9.1.	Somatometrické body.....	32
9.2.	Somatometrické metody	33
9.2.1.	Klasické standardizované metody.....	33
9.2.2.	Metody speciální.....	33
10.	SOMATOTYPOLOGIE	34
10.1.	Somatické typy	34
10.1.1.	Rostanova typologie.....	34
10.1.2.	Sigaudovu typologii	34
10.1.3.	Kretschmerův typologický systém.....	35
10.1.3.1.	Astenický typ	35
10.1.3.2.	Atletický typ	35
10.1.3.3.	Pyknický typ	35
10.1.4.	Violova typologie.....	36
11.	TECNOMATIX JACK	36
12.	METODY HODNOTÍCÍ PRACOVNÍ ZÁTĚŽ ČLOVĚKA	37
12.1.	Metoda OWAS	37
12.2.	Metoda RULA	39
12.7.	Pracoviště dírkovacího stroje.....	59
12.8.	VYHODNOCENÍ ANALÝZ METOD OWAS A RULA.....	62
13.	PRACOVNÍ PODMÍNKY OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	62
13.1.	Podmínky pro dosah horních končetin vsedě	63
13.2.	Podmínky pro Dosah horních končetin vstoje	66

14. ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ U VYBRANÝCH PRACOVÍŠŤ NA ŠICÍ DÍLNĚ.....	66
14.1. Ideální výška postav ve vztahu k fixačnímu lisu	67
14.2. Ideální výška postavy ve vztahu k šicímu stroji	71
14.3. Ideální výška postavy ve vztahu k žehlicímu stolu	74
14.4. Ideální výška postavy ve vztahu k dírkovacímu stroji	78
15. DOPORUČENÁ TYPOLOGIE POSTAV PRO PRÁCI NA ŠICÍ DÍLNĚ VSEDĚ A VSTOJE	82
ZÁVĚR.....	85
16. POUŽITÉ ZKRATKY	86
17. POUŽITÁ LITERATURA.....	87
18. SEZNAM PŘÍLAH	89

ÚVOD

V současné době, kdy je velká světová konkurence ve všech oblastech průmyslu, kdy hlavně asijské výrobky zaplavují světové trhy, je rozvoj výroby důležitým úkolem pro ekonomiku v každém státě. Jsou vyvíjeny nové technologie, konstruovány nové stroje pro zefektivnění výroby. Jeden z nejdůležitějších článků výrobního procesu je však pracovní síla – člověk, která je i v dnešní době automatizace nepostradatelná.

Aby bylo možné této nepostradatelné síly co nejlépe a nejefektivněji využít, je nutné vytvořit pro jeho činnost co nejpríznivější podmínky. To znamená: přizpůsobené pracovní pomůcky a stroje, vhodné pracovní prostředí, přiměřené jeho fyzickým vlastnostem.

Základem pro práci tvoří systém zvaný Modulor od Švýcarského architekta Le Corbusiera, který udává jednotlivé proporce lidského těla. Tuto metodu aplikoval u průměrného Evropana.

Cílem této práce je aplikovat proporcionalitu lidského těla Le Corbusiera v ergonomii, analyzovat a optimalizovat lidskou činnost u vybraných pracovišť v oděvním průmyslu s uvedením grafického a rozměrového ergonomického řešení s využitím dostupných softwarových produktů.

1. LE CORBUSIER

Vlastním jménem Charles – Édouard Jeanneret se narodil 6. října 1887 v La Chaux – de – Fonds ve Švýcarsku. Nejdříve nastoupil do učení ryteckví, kde ho k architektuře obrátil jeho učitel. Již v 17 letech vytvořil v La Chaux – de – Fonds svůj první dům. Dům pojímá natolik tradičně, že se později k němu nechce hlásit.

V letech 1907 – 1914 hodně cestuje a poznává Itálii, Cařihrad, Řecko, Paříž, Německo a také Prahu. Na svých cestách zkoumá významné památky a vytváří skici. Nemá architektonické vzdělání, ale na základě svých skic z cest je přijat do architektonického ateliéru bratrů Perretových.

V letech 1914 – 1915 vytvořil pro obyvatele Flander projekt Dmo – Ino. Jde o jednoduchou skeletovou konstrukci. Projekt nebyl nakonec realizován.

V roce 1916 staví jeden z prvních domů se železobetonovou konstrukcí – vilu továrníka Schwoba.

Roku 1917 odjel do Paříže, kde potkává A. Ozenfanta. Za pomoci svého přítele si volí pseudonym Le Corbusier a to roku 1920. Spolu diskutují o umění a publikují manifest *Après le cubisme*.

V letech 1919 – 1923 společně vydávají kulturní měsíčník *L'Esprit nouveau*, ve kterém popularizuje „moderní myšlení“ a „nové umění“.

V roce 1920 se spojuje se svým bratrancem, známým konstruktérem železobetonových konstrukcí Pierem Jeanneretem. Pracují spolu až do roku 1940.

Základní myšlenky Corbusierových teorií jsou shrnuty v knize *Vers une architecture* (Za novou architekturou), kterou vydal roku 1923 společně s Ozenfantem. Kniha je považována za nejdůležitější dílo architektonické teorie dvacátého století.

V knize vyzdvihuje krásu čistě účelových a racionálně řešených inženýrských konstrukcí, poukazuje na čistotu povrchu stavby, na určující význam půdorysu a hlavně klade důraz na primární formy, u kterých dle něho „slunce odhaluje v krásu“. Architekturu považuje za umění, protože dle autora „překračuje otázky užitku“. Ve skutečnosti požaduje funkci jak estetickou, tak i praktickou, jelikož pro něho je Dům

stroj na bydlení. Své úvahy často dokládá fotografiemi tehdejších automobilů, železničních vozů či letadel.

Roku 1927 byl Le Corbusier přizván Miesem van der Rohe k účasti na výstavbě kolonie Weissenhof v Stuttgartu. Při této příležitosti publikuje proslulých Pět bodů moderní architektury.

Roku 1925 své názory na výstavbu měst popsal Le Corbusier v knize Urbanisme. Propaguje zde jasnost a řád, říká: „Zakřivená ulice je cestou osla, ne člověka“.

Roku 1935 vydává další knihu Ville radieus, kde popisuje svůj projekt „zářícího města“.

Jako teoretik má Le Corbusier nezastupitelnou úlohu při vzniku konferencí CIAM a na formulaci Athénské charty.

Nejslavnějším dílem architekta je vila Savoye v Poissy u Paříže z let 1929 – 1931, ve které důsledně uplatnil svých pět bodů. Projevují se zde náznaky pozdějšího sochařského pojetí architektury.

Roku 1929 začíná Le Corbusier působit v Moskvě, pro kterou v mezinárodní architektonické soutěži vypracoval návrh na Palác sovětů. Je fascinován sovětskou velkorysostí. V Moskvě tvoří až do nástupu historismu.

Roku 1922 představuje projekt Soudobého města pro tři milióny obyvatel. Město se rozprostírá na pravoúhlé síti a demonstruje všechny Corbusierovy urbanistické zásady. Význam Une ville contemporaine, spočívá v důsledném oddělení různých druhů dopravy, v soustředění zástavby do výškových budov a ve volném, vzdušném rozvrhu městského celku. Podobnou představu aplikuje na plán důkladné přestavby Paříže roku 1925.

Corbusier vypracoval v letech 1935 - 1937 také čtyři návrhy pro firmu Baťa: urbanistický rozvoj Zlína, projekty typových prodejen obuvi, návrh podnikového města Hellocourt ve Francii a pavilón firmy pro Světovou výstavu v Paříži. Z těchto návrhů nebyl žádný uskutečněn.

V letech 1950 – 1955 realizuje výjimečnou skulpturální stavbu – poutní kapli Notre-Dame-du-Haut (Ronchamp) u města Belfort ve Francii.



Obr. 1: Notre – Dame – du – Haut [7]

Další stavbou je zakázka na stavbu kláštera La Tourette v Eveux u Lyonu, vybudovaného v letech 1957 – 1960.

Příležitost realizovat své urbanistické koncepce dostává Le Corbusier v Indii, kde se podílí na plánování nového správního centra – Čhándígarhu.

Le Corbusier je architektem zcela mimořádným, měl silný vliv na architekturu a architektky takřka po celém světě. Mnohé jeho nápady a principy zobecněly až po jeho smrti a jsou používány dodnes. Architektura Le Corbusiera je osobitá a proto ji lze těžko přímo přiřadit k některému ze slohových období.

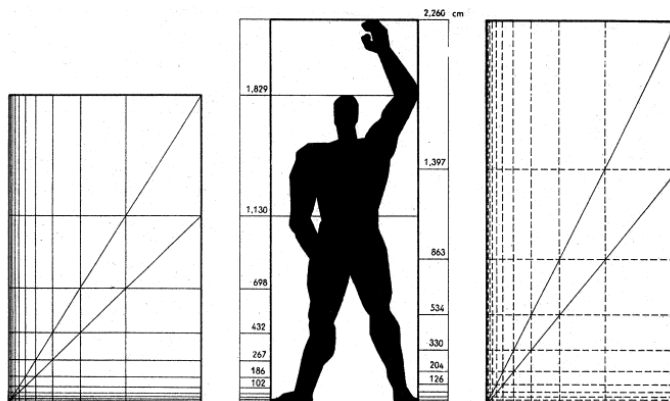
Z českých osobností udržoval styky především s Karlem Teige, Bohuslavem Fuchsem, Jaromírem Krejcarem, Janem Vaňkem, Bedřichem Rozehnalem i Františkem L. Gahurou. Velmi mu imponovala osobnost Jana Antonína Bati, ke kterému měl opravdu aktivní vztah a rád by v něm viděl svého budoucího stavebníka (investora).

V jeho ateliéru se také učili čeští architekti: Jan Sokol, Vladimír Beneš, Jaroslav Vaculík a další. [7],[8]

2. MODULOR

Francouzský architekt Le Corbusier (1887-1965) ve známé studii zformuloval nový proporční systém, který se opírá o míry člověka a princip zlatého řezu, který podle něj dává do souladu každou věc s celkem. Modulor je systém proporcí založených na poměrech výšky stojícího člověka a člověka se vzpaženou rukou. Každý úsek první série rozměrů je polovinou série druhé. Obě nakreslené do jednoho obrázku dávají rozdělení, kde mimo dělení v zlatém poměru nastává i půlení.

Podkladem pro výpočty použil „typické“ lidské tělo průměrného Evropana o výšce 175cm, které později upravil na výšku 183cm. Postava je archaického tvaru řeckého atleta - široký pas, široká ramena a malá hlava. Fibonacciho řada zlatého řezu označuje tři vzdálenosti na lidském těle, mezi chodidlem, pupíkem, hlavou a prstem zvednuté ruky. Dále dělí výšku průměrného Evropana 175cm v poměru zlatého řezu na měřítko 108, 2-66, 8-41, 45-25,4. Tato čísla dostávají lidskou podobu a rozhodující body pro prostorové uspořádání. Aby se stal modulor antropologickou normou, musel být univerzální pro různé délkové jednotky. Proto ho Le Corbusier převedl z cm do stop nebo palců.



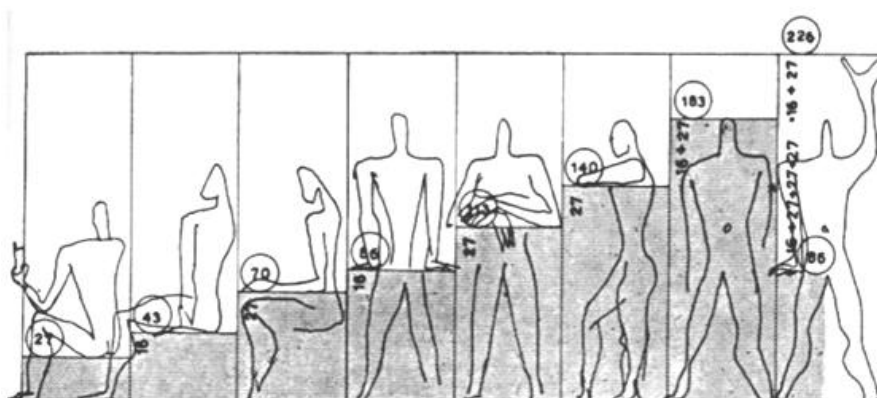
Obr. 2.: Modulor [14]

Le Corbusier založil proporční systém postavený na poměrech délek částí lidského těla a členů Fibonacciho řady na principu tzv. zlatého řezu. Tento systém představil ve dvoudílné publikaci, jejíž části vyšly v letech 1950 (Le Modulor, Boulogne-sur-Seine) a 1955 (Le Modulor 2: La parole est aux usagers). Modulor je proporční systém založený na dvou číselných řadách: tzv. červené řadě a modré řadě. Každá z nich se odvíjí od jiného čísla, proto také dává jiné výsledky.

Červená řada vychází z výšky dospělého člověka 183cm, s nataženou paží 226cm. Při takové výšce postavy se solar plexus nachází ve výšce 113cm, rozdíl mezi tímto bodem a celkovou výškou postavy je 70cm. Od hlavy po konec natažené paže je délka 43cm ($226\text{cm} - 183\text{cm}$) atd. Takto získané hodnoty: 43, 70, 113, 183 jsou základními členy Fibonacciho řady, pro kterou platí $a/b = b/(a+b)$. Poměr mezi libovolnými dvěma následujícími členy řady je tzv. „zlaté číslo“ $\Phi = 0,618$. Výše zmíněná čísla tvoří základ červené řady, kterou lze na obě strany rozvíjet.

Základem druhé, tzv. modré řady, je číslo 226 (výška lidského těla po konec natažené paže) a 86 (délka nohy). Z těchto dvou členů je pak opět samozřejmě možné rozvíjet řadu oběma směry. Ačkoliv se jedná o geometrický princip známý už od antiky, Le Corbusier jej aktualizoval v roce 1948 vydáním prvního dílu svého spisu.

Modulor dal harmonickou zákonitost geometrie obrovským kvádrům z betonu, železa a skla, stal se základem moderní architektury. [14]

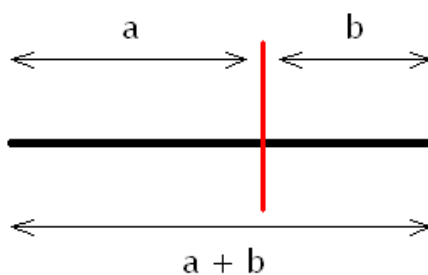


Obr. 3.: Modulor [14]

3. ZLATÝ ŘEZ

Zlatý řez je velmi zajímavá matematická konstanta, která po staletí fascinuje lidstvo svou všeobecností a harmonií. Zlatý řez je nejčastěji vnímán jako ideální poměr mezi dvěma úsečkami.

Úsečku délky $a + b$ se rozdělí na dvě části a a b tak, aby byl poměr mezi celkovou délkou $a + b$ a větší částí a stejný jako poměr větší části a a menší části b .



Obr. 4.: Rozdělení úsečky zlatým řezem. [9]

Matematické vyjádření:

$$\frac{a}{b} = \frac{a + b}{a}$$

Tento poměr se označí jako zlatý řez

$$\phi = \frac{a}{b}$$

Úpravou výrazu se vyjádří délka a

$$a = b\phi$$

Dosazením do první rovnice se získá výraz:

$$\frac{b}{b\phi} = \frac{b\phi}{b\phi + b}$$

Nyní se celá rovnice vykrátí délkou b

$$\frac{1}{\phi} = \frac{\phi}{\phi + 1}$$

Rovnice se odstraní od zlomků

$$\phi + 1 = \phi^2$$

A tímto způsobem se zjistí hodnota zlatého řezu

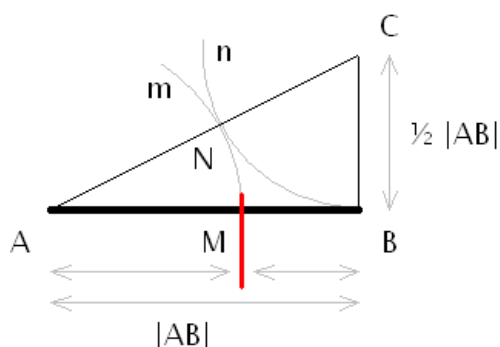
$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Hodnota zlatého řezu je přibližně **1,618**

Konstrukce zlatého řezu

1. Sestrojí se úsečka AB, která se rozdělí zlatým řezem.
2. Z bodu B se vztyčí kolmice o délce poloviny BC.
3. Konec kolmice se označí jako bod C
4. Sestrojí se trojúhelník ABC.
5. Sestrojí se kružnice n se středem v bodě C a poloměrem BC.
6. Průnik kružnice n a úsečky AC se označí jako bod N.
7. Sestrojí se kružnice m se středem v bodě A a poloměrem AN.
8. Průnik kružnice m a úsečky AB se označí jako bod M.
9. Délky úseček AB a AM jsou navzájem ve zlatém řezu.

[9]



Obr. 5.: Konstrukce zlatého řezu. [9]

4. ERGONOMIE

Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzický problém a zajistit rozvoj jeho osobnosti.

Počátky ergonomického myšlení se objevují v souvislosti s vývojem pracovní činnosti člověka. Každá úprava náradí, strojů a zbraní, ať již volbou tvaru, hmotnosti, rozměrů držadla atd. znamená přizpůsobení techniky člověku. S dalším rozvojem techniky, specializací a dělbou práce dochází k dalšímu postupnému zlepšování. Nástroje i prostředí si upravoval řemeslník individuálně, v závislosti na své inteligenci a kreativitě. Zkušenosti a způsoby práce přecházely z otce na syna, z mistra na tovaryše.

V 16. A 17. století nastává velký rozmach přírodních věd, vyvolaný prudkým rozvojem běžného i zpracovatelského průmyslu, dopravy, stavitelství i výroby zbraní. Výroba přecházela stále více od řemeslné k centralizované výrobě. Koncem 17. století vznikají manufaktury, koncem 18. století dochází k přechodu od manufakturní k tovární výrobě. Dochází k tomu, že řemeslník si přestává dělat své nástroje, odděluje se výroba od uživatelů strojů a tím klesá i jejich přizpůsobení individuálnímu člověku. Při velkých výrobních sériích dochází k univerzálnosti, což většinou zhoršuje vztah člověk – stroj.

V pozdějších letech se již objevují práce řešící i organizaci pracoviště. Konec 19. století je ve znamení rozmachu vědecké organizace práce. F. W. Taylor byl považován za zakladatele vědeckého rozboru práce. Jedním z jeho předpokladů je, že dělník je při práci velmi špatně využit a snaží se najít způsoby, jak dosáhnout lepších výsledků.

Na základě Taylorových postupů práce bylo dosahováno pronikavých výsledků. Byl první, který se snažil o vědecké řízení výroby využíváním nových, soustavných metod. Jeho způsob analýzy práce, tj. rozbor pracovních pohybů, uspořádání pracoviště, pracovních metod, systémy evidence a kontroly, atd. byly ve své době velkým přínosem a příkladem. Jeho metoda měla i negativní stránku jeho činnosti. Jeho zásadou bylo, že dělník, který nedokáže plnit daný úkol (který byl vysoko nadprůměrný), musí být propuštěn. Ve svých studiích také nevycházel z tehdy již známých fyziologických, anatomických a psychologických poznatků o člověku a nerespektoval je.

V období první světové války se šíří metody vědeckého řízení výroby i principy ergonomie. Hlavní rozmach zaznamenává oblast zkoumání a výběr člověka. Mezi válkami se stala hlavním směrem psychologie práce.

Období mezi válkami však znamenalo i rozkvět výzkumů řešících pracovní podmínky (osvětlení, hluk ...) i organizaci práce, a dochází k poznání, že ani optimální pracovní podmínky nedokážou zaručit pracovní pohodu a pracovní výkon. Projevuje se zde mnohotvárnost lidského činitele se všemi jeho individuálními vlastnostmi psychickými, fyziologickými i fyzickými.

Další vývoj se rozděluje do tří oblastí:

- 1. oblast se zabývá psychotechnikou. Krom ní sem patří také oblast zabývající se bezpečností práce, výkonností člověka, výuka a výcvik, pracovní režim a pracovní podmínky.
- 2. oblast je inženýrská psychologie. Její podstatou je přizpůsobení techniky člověku.
- 3. oblast se zabývá zkoumáním člověka ve výrobě, vztahy lidí mezi sebou, vztahy člověka k práci a okolí i ke společnosti.

Mimo tyto oblasti se pochopitelně rozvíjel další výzkum v základních disciplínách jako je psychologie, fyziologie, antropologie, řízení atd. [6]

5. ERGATIKA

Systém člověk – technika - prostředí je předmětem zájmu celé řady disciplin např. hygiena práce, bezpečnost práce, ekologie, technická estetika, organizace práce a mnoho dalších.

Pro komplexní pojetí systému člověk – technika – prostředí se zavedl pojem ergatičnost systému.

Ergatičností označujeme tu kvalitu systému člověk – technika – prostředí, která určuje míru zajištění zdraví a psychofyzické pohody člověka. [6]

6. ANTROPOCENTRISMUS

Technický rozvoj, centralizace a zhuštění výroby způsobilo, že se začala vyrábět technika, která nerespektovala variabilitu člověka do rozměrů, síly, schopností atd.

A proto ergonomie má zásluhu, že kritizuje tento mechanocentrický přístup (člověk – přizpůsoben stroji) a prosazuje jedině správný antropocentrismus tzn. technika musí respektovat omezení člověka. A to jak fyzické, tak i psychické, protože člověk je tím nejslabším a proto i nejdůležitějším článkem tohoto systému.

Přednosti a vyšší schopnosti člověka oproti stroji:

1. Schopnost správné reakce na nepředvídané, nebo velmi nepravděpodobné jevy.
2. Vnímání velmi rozmanitých a nízkých úrovní některých druhů podnětů (zrak, sluch, čich,...)
3. Vnímání podnětů na pozadí s velkým šumem.
4. Rozlišování skupin podnětů i ve změněné situaci.
5. Formulovat z neúplných informací ucelené soudy.
6. Dlouhodobé pamatování významných informací a jejich vybavení.
7. Rozhodování na základě zkušeností i ve změněných podmínkách.
8. Kvalitativní zpracování informace.
9. Logické myšlení.
10. Fantazie, originalita a kreativita.
11. Snášení krátkodobého přetížení.
12. Ekonomicky i energeticky nenáročný.

Stroj předčí člověka především v :

1. Vnímání podnětů mimo možnosti člověka (ultrazvuk, infrazáření, radiové vlny,...).
2. Fyzikální výkonnosti (rychlost, síla,...).
3. Rychlosti zpracování informací (složité výpočty, kódování informací,...).
4. Současnému vykonávání různých činností.
5. Spolehlivém a dlouhodobém vykonávání opakovaných činností.
6. Práci v podmínkách pro člověka nepřijatelných.
7. Jednoznačném a spolehlivém opakování zadaného programu.

6.1. Fyzické parametry člověka

Fyzické parametry se mohou rozdělit do základních směrů.

6.1.1. Rozměrové

Při antropocentrické optimalizaci techniky se vychází z rozměrů člověka. Jelikož všechny postavy nejsou průměrné, musí se počítat i s menšími a většími postavami. K tomu slouží tzv. percentily. 5% percentil znamená, že 5 % populace má menší rozměr než je jeho hodnota, 95 % percentil představuje hodnotu, pod níž je 95 % populace. Dále se také musí počítat s tím, že se výška lidí neustále zvyšuje.

6.1.2. Pohybové

Při hodnocení techniky se také musí respektovat pohyblivost částí lidského těla. Pro jednotlivé pohyby se často používá latinských termínů, z nichž nejdůležitější jsou: flexe, extense, rotace, cirkumdukce, abdukce, addukce, pronace, supinace, lateroflexe.

6.1.3. Somatické

Při projektování odpružených ploch sedaček či nábytku pro lež je nutné brát ohled na hmotnost pracovníka.

6.1.4. Energetické

Pro udržení života je třeba dodávat tělu dýcháním kyslík a energii ve formě potravy. Potravu tělo zpracovává chemickými procesy, které se nazývají přeměny látek – metabolismus. Organismus potřebuje energii k udržení tělesné teploty, k činnosti orgánů a k práci.

6.2. Smyslové parametry člověka

Počitek

Je počáteční článek sensomotorické reakce, uvědomění, diferencování a vyčlenění jednotlivých kvalit vnějšího světa. „Počitek je odraz jednotlivých vlastností předmětů a

jevů hmotného světa, které bezprostředně působí na naše smyslové orgány“. Počitek a vjem mají společného to, že se na nich zakládá bezprostřední poznání světa. Rozdíl mezi nimi je, že v počítku jsou obsaženy jednotlivé kvality vnějšího světa (barva, tvar, zvuk, vůně, ...), přitom vjem odráží předmětný svět přírody a společnosti a podílí se na něm dosavadní zkušenost, právě probíhající činnost a zaměřenost člověka.

Mezi smyslové parametry dále zařazujeme: zrak, sluch, čich, chuť, tlak, bolest, teplotu, polohu, zrychlení, pohyb, reflexy.

6.3. Mentální parametry člověka

U člověka se analyzuje krom fyziologické složky také druhá základní oblast – mentální.

6.3.1. *Vlastnosti člověka*

6.3.1.1. Temperament

znamená souhrn charakteristických nebo vrozených rysů osobnosti, které se trvale projevují způsobem reagování, jednání a prožívání. Temperament je vrozený a z toho důvodu nejméně ovlivnitelný životními zkušenostmi. Temperament se rozděluje do čtyř skupin: sangvinik, flegmatik, cholerik, melancholik.

6.3.1.2. Charakter

je soustava stálých duševních vlastností člověka, které se zakládají na mravních zásadách, vyjadřují vztahy člověka k různým stránkám skutečnosti a projevují se v jeho jednání. Charakter určuje do jaké míry je člověk v souladu se zájmy společnosti s obecně přijímanými mravními zásadami.

6.3.1.3. Cit

je specifická forma odrazu skutečnosti, která vyjadřuje vztah člověka k tomu, s čím se setkává, co poznává nebo dělá. Citový život člověka má rozmanité kvality a intenzity.

6.4. Schopnosti člověka

Schopnost je reálná struktura činností, s níž může člověk v určité situaci disponovat. Základem schopností jsou vlohy. Jsou chápány jako vrozené předpoklady člověka ke konání určité činnosti.

6.5. Spolehlivost lidského činitele

Člověk spolu s technikou a prostředím vytváří ucelený ergonomický systém.

6.5.1. Spolehlivost člověka

Je obecná vlastnost, schopnost člověka plnit požadovanou funkci s předepsanou přesností v daném časovém intervalu a při daných pracovních podmínkách. Mírou spolehlivosti člověka je pravděpodobnost bezporuchové práce. Pracovní schopnost je stav člověka, ve kterém v daný časový okamžik odpovídá všem požadavkům, stanovených ve vztahu k základním funkcím, nutným pro dosažení cíle.

6.5.2. Selhání člověka

Je úplná nebo částečná ztráta pracovní schopnosti. Konkrétní chyby mohou být např.:

- nezaregistrování změny podnětu,
- nerozlišení podnětů,
- špatná identifikace podnětů,

- přijetí podnětu, ale význam není znám,
- porozumění podnětů, ale neznalost odpovědi,
- odpověď je známa, ale je mimo možnosti člověka,
- nepřesné nebo pozdní vykonání odpovědi.

6.5.3. *Lidská chyba*

Může vzniknout z těchto vnitřních příčin:

- senzorických (příjem informací),
- mentálních (zpracování informací),
- motorických (provedení akce),
- osobnostních (morální vlastnosti, vzdělání, charakter, ...)

Vnější příčiny:

- technika a prostředí (neergonomické řešení stroje, prostředí, sociální a hygienické podmínky a z toho plynoucí námaha, únava, stres),
- mimopracovní (rodinné a osobní problémy, doprava do zaměstnání, ...)
- přírodní (sluneční aktivita, ...)

Základní formy zvýšení spolehlivosti člověka jsou:

- a) odstranění technicko-ergonomických závad stroje (vhodné scelovače, ovládače, rozměry a síly na stroji, ...)
- b) optimalizace faktorů prostředí ve všech oblastech (pracovní i nepracovní)
- c) optimalizace způsobů práce odstraněním zbytečných a neefektivních úkonů i informací, zlepšením zpětné vazby a činnosti člověka
- d) zvýšení mechanizace a automatizace

- e) zálohování člověka at' již dalším operátorem či technických zařízením
- f) zkvalitnění člověka jeho výběrem, poučením, zácvikem a soustavným tréninkem, kontrolou, motivací a vedením.

6.6. Výkonová kapacita člověka

Ergonomické parametry jsou odvozeny z výkonové kapacity člověka. Na základě poznatků z oblasti fyziologie, hygieny, antropologie, biomechaniky, psychologie a dalších věd byly člověku postupně stanoveny určité limity způsobilosti a vybavenosti, které by neměly být v souvislosti s pracovní činností a působením faktorů prostředí překročeny.

6.7. Základní pojmy

Výkonnost

je schopnost podat výkon za jednotku času. V souvislosti s pracovní činností jsou ukazateli výkonnosti kvantitativní a kvalitativní posuzovací hlediska. Výkonnost osoby je dána tělesnými rozměry, motorikou a tělesnou zdatností, funkcí smyslových orgánů a mentální způsobilostí. Je také ovlivněna pohlavím, věkem a působením řady pracovních podmínek a faktorů.

Variabilita pracovní výkonnosti

jsou rozdíly ve výkonnosti z hlediska pohlaví, věku a etnických skupin.

Tělesná zdatnost

je předpoklad pro vykonávání pracovní činnosti, kladoucí převážně nároky na fyzickou námahu. Její úroveň je ovlivněna funkcí kardiovaskulárního a respiračního systému.

Pracovní podmínky

jsou zjiitelné okolnosti týkající se pracovní činnosti včetně prostředků, režimu práce, fyzikálních, chemických a biologických faktorů pracovního prostředí. Dále také délka pracovní doby, systém rotace směn.

Režim práce a odpočinku

je systém přestávek v průběhu pracovní směny, celkové trvání pracovní doby, doba začátku a konce pracovní směny, směnová a noční práce.

6.7.1. Tělesné rozměry a pohyby

Znalost tělesných rozměrů populace, o níž se předpokládá, že má pracovat s určitými technickými prostředky, používat pracovní nábytek, jako jsou sedadla, pracovní stoly, aj. je nezbytná pro rozměrové řešení strojů (výšky manipulačních rovin, dlahové oblasti, umístění zrakových sdělovačů, ovladačů), vlastnosti sedadel, prostoru pro dolní končetiny při sedu, rozměry kabin, ... Tělesné rozměry jsou také potřebné při navrhování osobních ochranných pracovních prostředků např. ochranné oděvy, pracovní obuv, ochrana hlavy, rukou, ...

Soubor tělesných znaků různých populačních skupin vykazuje určité rozdíly např. některé antropometrické znaky americké a asijské populace se ve srovnání s populací středoevropskou značně liší.

Další oblast uplatnění antropometrických znaků se týká stavebního řešení pracovišť, jako jsou šířky a výšky dveří, šířky chodeb, rozmístění sedadel, stolů, nábytku atd. Z hlediska bezpečnosti práce mají tělesné rozměry svůj význam při stanovení velikosti rizikových míst u strojů.

6.7.2. Svalová síla a tělesná práce

Maximální svalová síla je asi 80 – 100 na cm² svalového průřezu. Pro praxi je důležité hledisko času, tzn. jaká síla a jak dlouho může být vynakládána, aby nedošlo k přetížení a k únavě. Maximální síla žen je asi 60 – 70 % síly mužů. Svaly jsou nejvýkonnější ve věku 20 – 30 let. Poté postupně jejich síla klesá zhruba na dvě třetiny maxima. Intenzitu fyzické zátěže určuje minutové oběhové množství krve. Horní limity se pohybují v rozmezí 25 – 30 litrů krve, které srdce vypudí za minutu do oběhu při práci. V klidu je to 3,5 – 4,5 litrů. [6],[7]

7. PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA ERGONOMIE

Technika by měla splňovat ergonomické poznatky, aby vyhovovala antropocentrickému přístupu – aby byla přizpůsobena člověku.

7.1. Rozměrové řešení

Rozměrové řešení techniky musí být přizpůsobeny člověku.

7.1.1. Pohlaví a stáří člověka

Při řešení rozměrů techniky se bere ohled především na populace, které s ní budou pracovat. Ve většině případů stroj nepoužívá jen jeden člověk. Konstrukteři většinou řeší rozměry stroje podle rozměrů průměrné postavy.

7.1.2. Pracovní poloha

Rozměry techniky ovlivňuje pracovní poloha. Nejčastější pracovní poloha je sed a stoj. Za základní polohu člověka je také považována chůze, kdy se do aktivity střídavě zapojují všechny svalové skupiny.

Ideální stoj, který je podmíněn konkávním (vydutým) zakřivením páteře v oblasti krční a bederní, je dynamické vyvažování těla ve svislé poloze.

Ideální sed je z anatomického hlediska ten, kdy je dodrženo stejné zakřivení páteře jako v ideálním stoji a kdy stehy svírají s trupem úhel větší než 135 °.

Z fyziologického hlediska je výhodnější sed, především proto, že je energeticky méně náročný a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy. Hlavní nevýhodou stoje jsou zdravotní následky, jelikož lidské nohy nejsou dimenzovány na trvalé zatížení hmotností těla.

Tabulka 1.: Pracovní polohy během pracovní činnosti člověka. [11]

Výhody sedu	Výhody stoje
Menší energetická namáhavost	Možnost střídání poloh
Jemnější a přesnější pohyby	Větší dosah končetin
Odlehčení nohou	Větší síla
Využívání činnosti nohou	Větší bdělost
Větší soustředění	Možnost rychlého úniku
Při mikropauzách - odpočinek	Možnost střídání pracovišť

Za obecně nevhodné nebo nesprávné pracovní polohy, které je třeba vyloučit nebo co nejvíce omezit, se považují:

- Trvalý stoj na místě bez pohybu
- Trvalý nebo častý předklon, tj. více než 15 ohnutí v zádech
- Úklon, hluboké ohyby nebo nepřirozené polohy těla v dřepu
- Častý stoj na jedné noze (např. ovládání stroje jednostrannou nožní pákou)
- Dlouhodobá práce s nataženými nebo předpaženými pažemi.

7.1.2.1. Parametry pracovních ploch při práci vsedě

A – 60 cm nejmenší výška prostoru pro nohy.

B – 66 cm pro práce vyžadující vynaložení větší síly.

C – 74 cm běžný pracovní stůl určený pro manipulaci bez zvýšené námahy a bez nutnosti zvýšené zrakové kontroly.

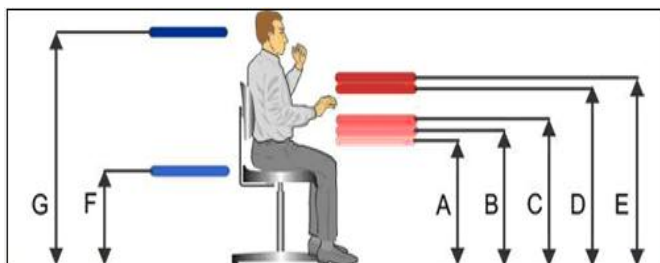
D – 84 cm pro práce s větší zřakovou náročností.

E – 88 cm pro velmi jemné práce (montáž hodin, speciální pracovní obory vyžadující velmi přesnou manipulaci).

F – 45 cm výška sedadla

G – 75 cm výška očí nad sedací plochou

Rozměrové údaje jsou určeny pro průměrnou výšku postavy 175cm.



Obr. 6.: Výšky pracovních ploch vsedě. [11]

7.1.2.2. Parametry pracovních ploch pro práci vstoje

A – 80 – 95 cm pro práce vyžadující větší námahu, práce s objemnějšími předměty
hrubší zámečnické práce.

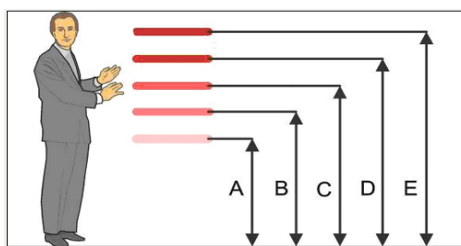
B – 95 – 100 cm pro práce vyžadující zručnost, montáž, lehká ruční práce.

C – 113 cm horní čelist svěráků při zámečnické práci

D – 105 – 115 cm pro jemné a přesné práce

E – 165 cm výše očí

Rozměrové údaje jsou určeny pro průměrnou výšku postavy 175cm.



Obr. 7.: Výška pracovních ploch vstoje. [11]

7.1.3. Pohybový prostor

Pohybový prostor je prostor, ve kterém je vykonávána samotná pracovní činnost. Prostor pro horní (manipulační) i dolní (pedipulační) končetiny je vymezen pomocí tzv.

referenčního bodu. Referenční bod je vymezen průsečíkem tří na sebe navzájem kolmých rovin:

- Vodorovnou manipulační rovinou
- Svislou rovinou proloženou osou těla (sagitální) kolmou k přední hraně stroje či pracovního stolu
- Svislou rovinou (frontální) proloženou přední hranou stroje či pracovního stolu.

Pro většinu činností lze přesně definovat manipulační rovinu a pro každou práci její optimální výšku. Pro obecné případy je manipulační rovina určena takto:

Tabulka 2.: Průměrná výška pracovní plochy pro muže a ženy v současnosti a dle Le Corbusiera. [11]

Pracovní poloha [v cm]	Současnost		Le Corbusier
	Muži	Ženy	Muži
vsedě (od základní roviny po pracovní rovinu)	70	65	72
vstoje (od základní roviny po pracovní rovinu)	103	95	94

Výška pracovního stolu je totožná s výškou manipulační roviny pouze tehdy, nejsou – li předměty, s nimiž pracovník manipuluje vyšší než 5cm.

Pohybový prostor pro nohy (pedipulační) a prostor pro nožní ovladače je vymezen takto:

Tabulka 3.: Pohybový prostor a rozsah pro muže a ženy. [11]

Pohyblivý prostor [v cm]	Muži i ženy
Nejmenší výška nad podlahou	60
Nejmenší celková šířka	50
Nejmenší hloubka od hrany stolu (stroje)	50
Optimální hloubka	70

7.1.4. Zorné podmínky

Zorné podmínky jsou podmínky pro dobré zrakové vnímání, které jsou velmi důležité pro rozměrové řešení. Více jak 80 % informací dostává člověk zrakem.

Základní zorné podmínky:

- Zorná vzdálenost
- Osa pohledu
- Zorné pole

7.1.4.1. Zorná vzdálenost

Je to vzdálenost mezi pozorovaným detailem a okem. Vyjadřuje se v cm. Optimální zorná vzdálenost závisí na velikosti kritického detailu a kvalitě zraku.

Kritický detail je velikost, která se identifikuje, pro příjem čtené informace např.: vzdálenost rysek na stupnici, vzdálenost čar u písmene, velikost otvoru při montáži, aj.

Zorná vzdálenost podle kritického detailu:

- Minimální vzdálenost je 12 – 25 cm, vyskytuje se u nejjemnějších prací (detail 0,2 mm). Používá se často optických pomůcek (hodináři, rytci, velmi jemná montáž).

- Vzdálenost 25 – 35 cm se používá u prací, kde rozeznáváme detaily kolem 1 mm (kresliči, pájení, ...).
- Vzdálenost 35 – 50 cm a více se vyskytuje u činností, kde není třeba rozeznávat detaily menší než 1 cm (manipulace s břemeny, chůze, hrubá montáž, ...).

7.1.4.2. Osa pohledu

Je polopřímka, vycházející z oka při přirozené poloze hlavy a oční bulvy. Svírá s horizontálou vedenou okem úhel, který se označuje α .

Úhel α osy pohledu závisí na poloze krční páteře a proto je ve stoje jiný než vsedě.

7.1.4.3. Zorné pole

Zorné pole je fyziologická oblast, kterou lze vidět, aniž se pohne okem. V ergonomické praxi je definováno zorné pole jako oblast, ve které lze provádět zrakově náročné práce. [10],[11]

8. ANTROPOMETRIE

Je věda o měření lidského těla. Dělí se na osteometrii, která se zabývá rekonstrukcí proporcí těla člověka na základě rozměrů jeho kosterních pozůstatků a somatometrii, zachycující tvar těla živého člověka.

Fyzická antropologie se opírá o přírodovědecké metody a závěry. Využívá převážně metody morfologického výzkumu. Je však také odkázána na dedukci z experimentů na zvířatech a musí zaznamenávat údaje nejen o člověku samotném, ale i o životním prostředí a podmínkách, aby mohla zhodnotit vliv jednotlivých faktorů na jednotlivce a lidské skupiny. [11]

Lidský organismus se stále vyvíjí v závislosti na vnějším prostředí, uplatňuje se při jeho vývoji řada zákonitostí, které ovlivňují jeho morfologii. Patří sem:

- a) Dědičnost – každý jedinec dědí po svých rodičích charakteristické vlastnosti druhu, plemene, typu a osobní znaky. Ty se potom v průběhu života dále formují.
- b) Zákonitosti růstu – uplatňují se při růstu lidského těla a jsou vlastní všem organismům.
- c) Puberta a pohlavní diferenciaci – během dospívání dochází k rozlišování typických funkčních a tvarových vlastností pro mužský a ženský organizmus.
- d) Závislost tvaru na funkci – akceschopnost, kapacita a velikost jednotlivých orgánů a jejich funkcí závisí na frekvenci jejich užívání. Jsou-li ponechány bez činnosti, postupně se zmenšují úměrně svému nepoužívání a naopak.
- e) Variabilita – morfologie i funkce lidského těla podléhají variaci nebo oscilaci kolem průměru. [5]

9. SOMATOMETRIE

Somatometrie je měření jednotlivých částí a proporcí lidského těla podle stanovených odborných měrných postupů.

9.1. Somatometrické body

Jsou místa na povrchu těla, která slouží k orientaci na lidském těle (obvykle určující tělesné roviny) a pro měření tělesných rozměrů.

Nejdůležitější somatometrické body, z hlediska konstrukce oděvů, jsou uvedeny v normě ČSN 80 0090 mod. ISO 8559 (Konstrukce oděvů a přehledy antropometrických měření tělesných rozměrů), rozdělené do oblastí:

- hlava
- trup
- horní končetina

- dolní končetina

9.2. Somatometrické metody

Ve funkční antropologii se uplatňují následující metodické přístupy:

9.2.1. *Klasické standardizované metody*

Umožňují popis vnějších rozměrů lidského těla na základě celosvětově srovnatelného systému technik měření. Vychází z přesně definovaných antropometrických bodů na těle představujících stejnojmenné body na kostře, promítnuté na povrch těla. Zahrnují měření: výškových, délkových, šířkových a obvodových rozměrů, určování hmotnosti těla, tloušťky kožních řas a výpočet relativních rozměrů a indexů. Dále se jejich prostřednictvím určuje tělesné složení, typ a hodnotí se biologický věk jedince.

9.2.2. *Metody speciální*

Zachycující morfologické parametry ve vztahu k funkci. Dále je lze dělit na:

a) metody, ve kterých se používají klasické standardní instrumentáře a sledují se nestandardizované parametry. Tyto postupy se uplatňují především v ergonomické antropometrii. Jedná se o parametry jednorozměrné. Současná ergonomie využívá standardizovaných a speciálních metod přibližně stejně často.

b) metody, ve kterých je potřeba konstrukce speciálních nástrojů. Jedná se o parametry vícerozměrné. Příkladem může být metoda, vyvinutá pro studium tvaru hrudníku a jeho průřezu, tzv. kyrtometrie. Ta využívá nástroje tvořené pevným, ale snadno tvarovatelným drátem, posuvný jezdec umožňuje podle hrudníku drát vytvarovat. Tento tvar je následně překreslen na papír. Z kyrtogramu je pak možné zhodnotit tvar hrudníku, velikost jeho průřezu, případné deformity či asymetrie. [12]

10. SOMATOTYPOLOGIE

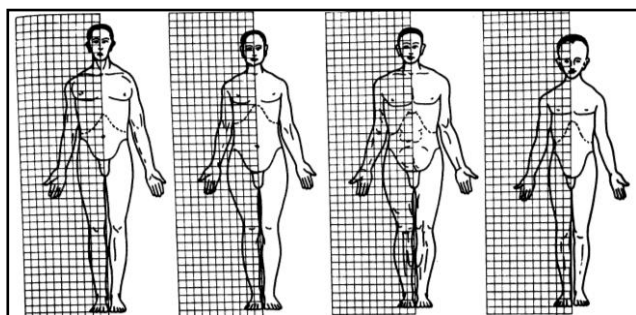
První pokusy o nalezení typických vlastností tvaru lidského těla se připisují Hippokratovi. Ten již ve starověku vyvinul systém, který dělí lidskou tělesnou stavbu na dva základní typy. Jsou to: habitus phthisicus, tělo dlouhé štíhlé s převládajícími vertikálními rozměry, náchylné k souchotinám (phthisis) a habitus apoplecticus, krátké zavalité tělo s převládajícími horizontálními rozměry, náchylné k mrtvici. Tohoto Hippokratova dělení s jistými úpravami potom dále využívali ve starověku i středověku, kdy se však lidské tělo vytrácelo z popředí zájmu vědeckého zkoumání. [2]

V 19. a 20. století vznikla celá řada typologických systémů, pro něž je charakteristické, že většinou rozlišují tři nebo čtyři krajní somatické typy. [5]

10.1. Somatické typy

10.1.1. Rostanova typologie

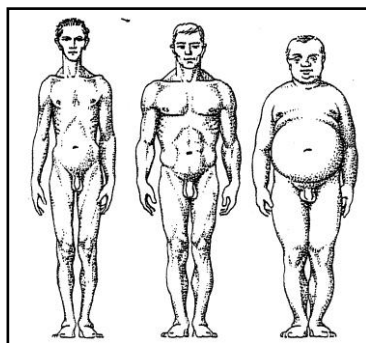
L. Rostan je společně s C. Sigaudem a L. Mac Auliffem reprezentantem francouzské typologické školy. Podle převažujících systémů Rostan rozlišoval nejčastěji se vyskytující typy v populaci, a to dechový, zažívací, mozkový a svalový (obr. 8). [5]



Obr. 8.: Dechový, zažívací, svalový a mozkový typ [5].

10.1.2. Sigaudovu typologii

Sigaud zpřesnil Rostanovo rozdělení na typ dechový (respiratoire), zažívací (digestif), svalově-kloubní (musculaire) a mozkomíšní (cérebral) (obr. 9).



Obr. 9.: Astenický, atletický a pyknický typ [2].

10.1.3. Kretschmerův typologický systém

Jeho typologie vychází ze vzájemných psychických a tělesných vztahů a popisuje astenický, atletický a pyknický typ

10.1.3.1. Astenický typ

Charakterizuje normální výška, ale omezená šířka těla. Takový člověk nepřibírá na váze ani při přejídání, chybí mu podkožní tuková vrstva, kostra je gracilní a nedostatečně vyvinutá. Má sklon k anémii, plochý hrudník a vystupující žebra. Končetiny jsou velmi štíhlé, trup je dlouhý, břicho ploché až vkleslé.

10.1.3.2. Atletický typ

Je středního vzrůstu, má silně vyvinutou kostru, svalstvo i hrudník. Břicho bývá svalnaté a ploché. V obličeji silně vystupuje kostrový podklad, vystupují lící kosti, nadočnicové oblouky i mohutná dolní čelist. Charakteristická je i dlouhá oválná tvář s plochým nosem. Hlava je střední velikosti, krk dlouhý, ramena široká, záda se zužují ke štíhlým bokům. Kůže je elastická s menším množstvím podkožního tuku. Končetiny bývají delší. Podle mnoha autorů atletický typ vlastně vůbec neexistuje, ve skutečnosti se prý vlastně jedná o typ průměrný, umístěný mezi štíhlým a širokým typem.

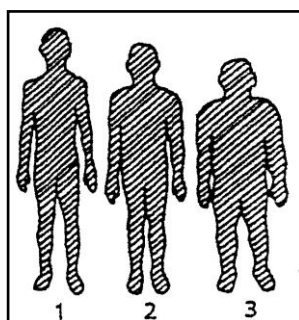
10.1.3.3. Pyknický typ

Převažují šířkové rozměry nad délkovými. Obvody hlavy, hrudníku a břicha jsou velké. Tuk se ukládá v oblasti obličeje a břicha. Krk je kratší a tlustší, břicho tučné

a vystouplé, hrudník potom hluboký a krátký. Častý je výskyt pleše. Končetiny jsou drobné, s málo vyvinutými svaly. Postava je zavalitá. S věkem vrstva tuku narůstá hlavně v oblasti břicha.

10.1.4. Violaova typologie

S. Viola byl žákem a nástupcem A. de Giovanniho, zakladatele italské typologické školy. Rozeznával typy normosplachnický (normotyp), makrosplachnický (brachytyp) a mikrosplachnický (longityp) (obr. 10). [5]



Obr. 10.: Longityp, normotyp, brachytyp. [2]

11. TECNOMATIX JACK

Tecnomatix Jack je komplexní 3D simulační nástroj pro hodnocení lidského chování při práci. Umožňuje simulovat, kontrolovat a vyhodnocovat vliv pracovní činnosti a pracovního místa na člověka.

Produkty Technomatix pro lidské zdroje umožňují zlepšit ergonomii návrhů produktů a zdokonalit průmyslové úlohy již od počátečních fází výrobního procesu. Ať už se jedná o ergonomické přizpůsobení výrobku (automobil, letadlo, stroje atd.) nebo o výrobní zdroje. Digitální prostředí je možné naplnit virtuálními lidmi a upravit jeho rozvržení tak, aby odpovídalo počtu a fyziologii pracovníků..

Je současně ergonomickým nástrojem pro simulaci a optimalizaci ovládání výrobku nebo pracovního prostředí a přizpůsobení práce člověku. Biomechanicky přesný digitální model člověka s reálným fyziologickým rozsahem pohybů kloubů a

antropometrií byl původně vytvořen za podpory NASA. Umožňuje rychlé vytváření simulace pohybů prostřednictvím inverzní kinematiky.

Tecnomatix Jack je vhodný pro konstruktéry, technology a odborníky na montáže, ale je i silným nástrojem pro pracovní lékaře, ergonomy a techniky, pomocí kterého lze předcházet poškození zdraví při práci a optimalizovat pracovní výkon. Důkladná analýza pracoviště v CAD prostředí ještě před výrobou fyzických komponentů, snižuje náklady na výrobky a jejich konstrukci a současně vytváří uživatelsky příjemnější výrobky. [1]

Softwar Tecnomatix Jack vyvinula společnost Siemens. V diplomové práci byl tento software využit k simulacím pozic u daných pracovišť. Jack umožňuje vytvoření scény daného pracoviště a jeho vyhodnocení zatížení za pomoci analýz.

12. METODY HODNOTÍCÍ PRACOVNÍ ZÁTĚŽ ČLOVĚKA

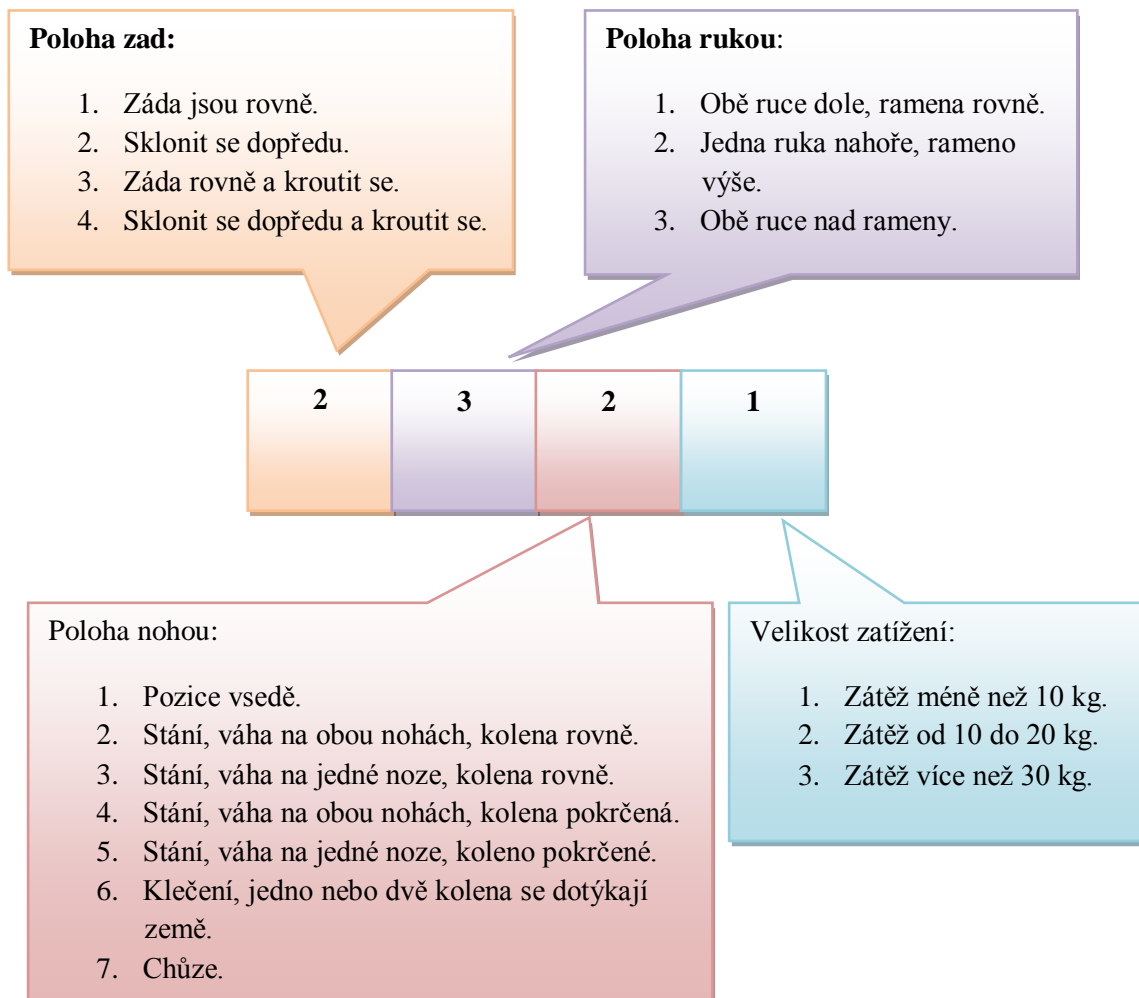
Tyto metody umožňují hodnocení vlivu pracovní zátěže na člověka. Jednotlivé metody mají svá speciální kritéria, která určují základ dané metody. Dále také určují, zda je pracovník přijatelně zatížen nebo jsou zapotřebí opatření. Pro tuto diplomovou práci byly vybrány metody OWAS a RULA.

12.1. Metoda OWAS

Metoda OWAS (Ovako Working posture Analysis) hodnotí pracovní polohy a zatížení po dobu vykonávání práce. Zřetel se bere na zatížení hlavy, rukou, zad a nohou. Tato metoda vychází z předpokladu, že pracovníci pracují v takových polohách, aby nebyli v pracovní nepohodě, neefektivnímu namáhání svalů a nevhodnému zatížení těla. Má 4 druhy faktorů zatížení (obr. 11).

- Poloha zad
- Poloha rukou
- Poloha nohou

- Velikost zatížení



Obr. 11.: Identifikace kódu dle metody OWAS [4].






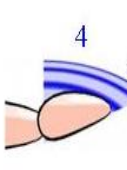
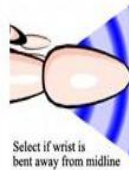
Kategorie pracovních poloh:

1. Kategorie – nejsou potřebná nápravná opatření.
2. Kategorie – nápravná opatření v blízké budoucnosti.
3. Kategorie – náprava opatření jen co to bude možné.
4. Kategorie – náprava opatření provést okamžitě.

[4]

12.2. Metoda RULA

Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) sleduje rizika paží, předloktí, zápěstí, krku, trupu a nohou. Často se používá u opakující se práce. Metoda RULA je založena na pozorování několika pracovních cyklů, ze kterých se vybere pracovní úloha nebo postoj, který je rozhodující při zatížení. Pro jednotlivé polohy těla, typu práce a zatížení jsou přiřazeny body. V hodnocení je zahrnuto i silové hledisko, zohledňující sílu a zátěž vynaloženou při práci. Celkové hodnocení spočívá v odečtu hodnoty celkového skóre, ve které jsou zahrnuty veškeré parametry uspořádané ve třech tabulkách.

Pravá horní končetina						
PAŽE						<div><input type="checkbox"/> Zvednuté rameno</div> <div><input type="checkbox"/> HK v abdukci</div> <div><input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže</div>
PŘEDLOKTÍ					<div><input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu</div>	<div>↑</div> <div>←Dodatečné BODY ± 1</div> <div>↓</div>
ZÁPĚSTÍ						<div><input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici</div> <div>Select if wrist is bent away from midline</div>
ZÁPĚSTÍ		<div>ROTACE</div>		<div>Síla & Zátěž pro pravou stranu ruky</div> <div>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</div> <div><input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly</div> <div><input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly</div> <div><input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž ♦ 2-10kg opakující se zátěž nebo síla ♦ 10kg či více přerušované zátěže nebo síly</div> <div><input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž ♦ 10 kg opakovaná zátěž nebo síla ♦ náraz nebo prudké zvyšování síly</div>		
Užití svalu		<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.				

Obr. 12.: Metoda RULA - pravá horní končetina [16].

Výstup metody RULA

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Task Entry' tab is active, showing fields for Job Title, Location, Comments, Job Number, Analyst, and Date. Below these are two posture rating sections: 'Body Group A Posture Rating' and 'Body Group B Posture Rating'. The 'Body Group A' section lists ratings for Upper arm (4), Lower arm (2), Wrist (3), Wrist Twist (1), and a Total of 4. The 'Body Group B' section lists ratings for Neck (2), Trunk (2), and a Total of 2. Below these are two boxes for 'Muscle Use' and 'Force/Load', both indicating 'Normal, no extreme use' and '< 2 kg intermittent load'. The 'Arms' section indicates 'Not supported'. The 'Legs and Feet Rating' section shows 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.' The 'Grand Score' is 3, and the 'Action' is 'Further investigation needed. Changes may be required.' There is an 'Update Analysis' button and 'Usage' and 'Dismiss' buttons at the bottom.

Skupina A držení těla

Skupina B držení těla

Svalové skóre

Hodnocení nohou

Celkové hodnocení

Body Group A Posture Rating		Body Group B Posture Rating	
Upper arm:	4	Neck:	2
Lower arm:	2	Trunk:	2
Wrist:	3	Total:	2
Wrist Twist:	1		
Total:	4		

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Legs and Feet Rating
Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Grand Score: 3
Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Update Analysis

Usage Dismiss

Obr. 13.: Výstup metody RULA

Skóre tabulky A + svalové skóre + silové skóre → skóre C

Tabulka 4.: RULA - Tabulka A - skóre polohy horní končetiny – zápěstí [16].

Skóre zápěstí									
		1		2		3		4	
		zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení
Paže	Předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Skóre tabulky B + svalové skóre + silové skóre → skóre D

Tabulka 5.: RULA - Tabulka B - skóre postavení krku, trupu a nohou [16].

	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou	
Krk	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Skóre C + skóre D = celkové skóre

Tabulka 6.: RULA - Tabulka C - celkové skóre [16].

Celkové skóre									
					Skóre D				
Skóre C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

- Skupina:** hodnoty jedna nebo dvě u celkového skóre ukazují, že je práce přijatelná, pokud není udržována nebo opakovaná po dlouhou dobu.
- Skupina:** celkové skóre tři nebo čtyři ukazují, že je další hodnocení potřebné a změny by měly být požadovány.
- Skupina:** celkové hodnoty u pětky a šestky ukazují, že změny jsou potřebné neprodleně.
- Skupina:** celkové hodnoty u čísla sedm a vyšší ukazují, že změny u prováděné práce jsou nutné okamžitě.

[16]

Komentář k tabulkám:

- Skóre polohy horní končetiny (zápěstí, paže, předloktí). Tab. 5
- Skóre postavení krku, trupu a nohou. Tab. 6
- Skóre C = skóre tabulky A + svalové skóre + silové skóre
- Skóre D = skóre tabulky B + svalové skóre + silové skóre
- Celkové skóre = skóre C + skóre D. Tab. 7

12.3. Analýza operací na vybraných pracovištích

V této části práce budou popsány jednotlivé pozice na vybraných pracovištích. Bude vyhodnocena ergonomická náročnost, na pracovních místech, pomocí softwaru Jack. Pro jednotlivé pozice analyzované metodami OWAS a RULA budou vytvořeny grafy, které udají veškeré informace o ergonomické náročnosti pozic na vybraných pracovištích.

Tabulka 7.: Hodnocení dle softwaru Jack.

OWAS		RULA	
1	Změny nejsou potřebné.	1 – 2	Změny nejsou potřebné.
2	Změny v blízké budoucnosti	3 – 4	Změny by měly být vyžadovány.
3	Změnit jen to co je možné.	5 – 6	Změny provést neprodleně.
4	Změny provést okamžitě.	7	Změny provést okamžitě.

12.3.1. Vytvoření 3D modelů

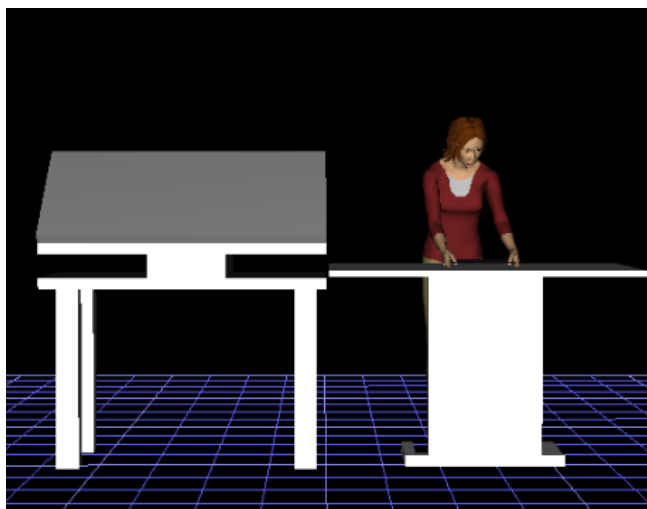
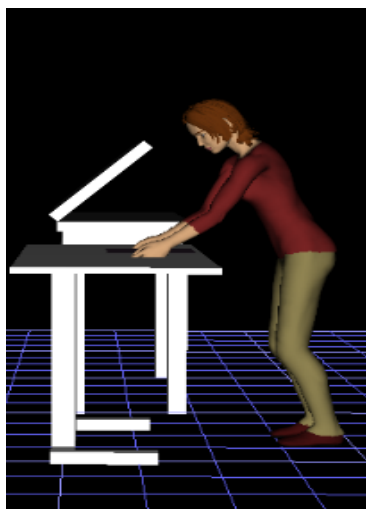
Pro vytvoření simulace jednotlivých pracovišť bylo nejdříve zapotřebí vytvořit 3D modely jednotlivých strojů v Autodesk Inventor 2011, aby odpovídaly rozměrům strojů ve skutečnosti. Poté modely byly importovány do programu Jack, kde bylo sestaveno prostředí pro vytvoření simulace.

12.4. Pracoviště fixačního stroje

Pozice 1

První pozice (obr. 14) – uchopení materiálu. Virtuální pracovník vstojе uchopí materiál, v této pozici je v mírném předklonu a horní končetiny má natažené. V této pozici u metody RULA je celkové skóre č. 3 a to znamená, že změny by měly být

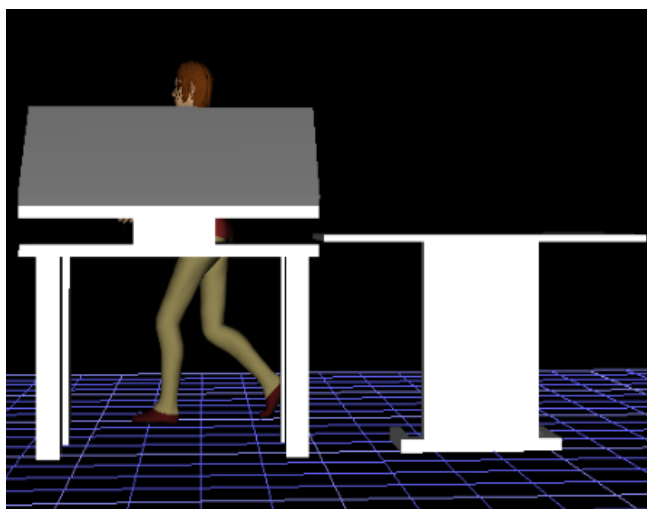
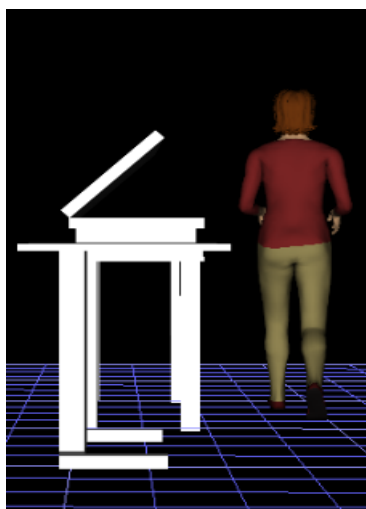
vyžadovány např. mírnější předklon, narovnání zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 1, což znamená, že změny nejsou zapotřebí. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 14.: První pozice u fixačního lisu – uchopení materiálu.

Pozice 2

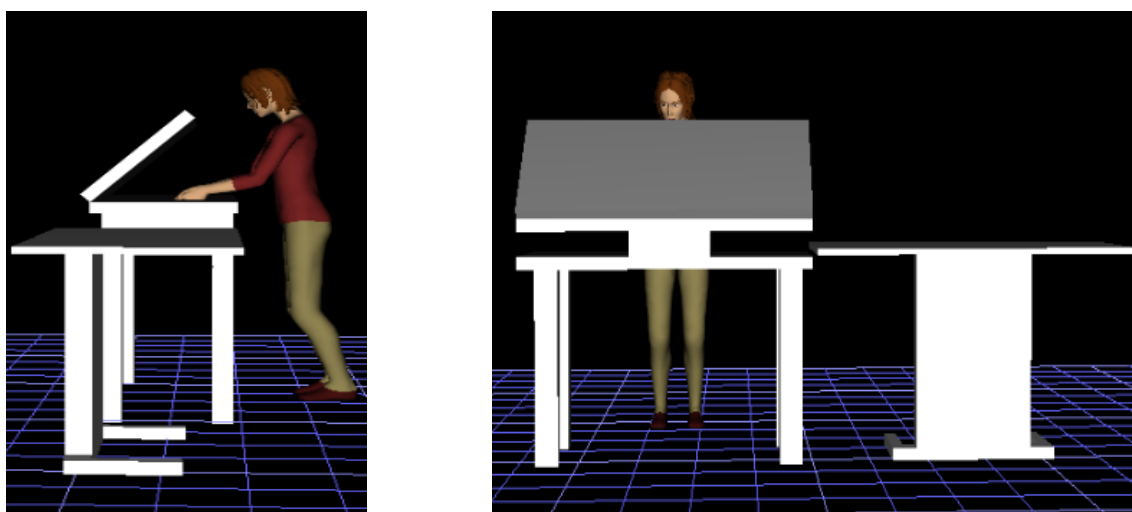
Druhá pozice (obr. 15) – přenesení materiálu ze stolu do fixačního lisu, při této pozici virtuální pracovník přenáší materiál do fixačního lisu, je ve vzpřímené vodorovné poloze a má pokrčené horní končetiny, ve kterých nese materiál. Metoda RULA byla použita také u druhé pozice, kde výsledek celkového skóre je č. 3, což znamená, že změny by měly být vyžadovány např. natočení zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 1 tzn., že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 15.: Druhá pozice u fixačního lisu – odnesení materiálu.

Pozice 3

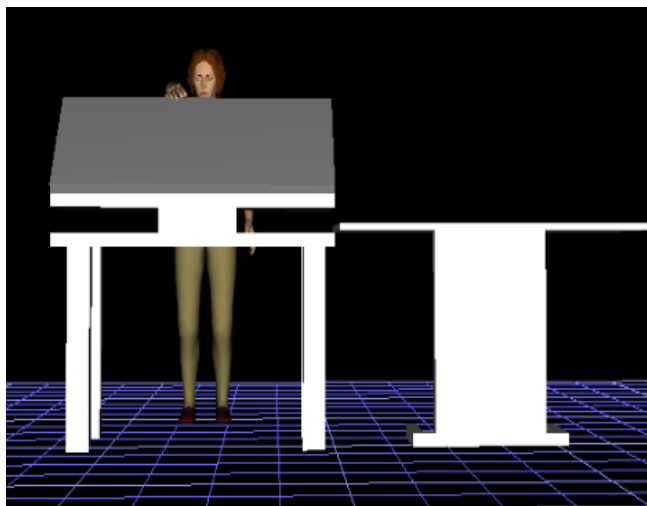
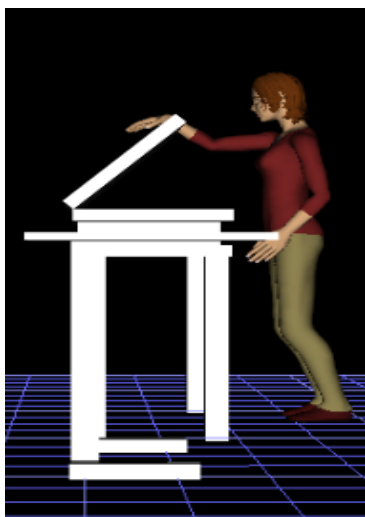
Třetí pozice (obr. 16) – položení materiálu do fixačního lisu. Virtuální pracovník v této pozici pokládá materiál do fixačního lisu je v mírném předklonu a má předpažené horní končetiny, ve kterých drží materiál. V této pozici je celkové skóre u metody RULA č. 5 což znamená, že změny jsou potřebné provést neprodleně např. vzpřímenější postoj. Metoda OWAS má v této pozici celkové skóre č. 1 tzn., že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 16.: Druhá pozice u fixačního lisu – položení materiálu do lisu.

Pozice 4

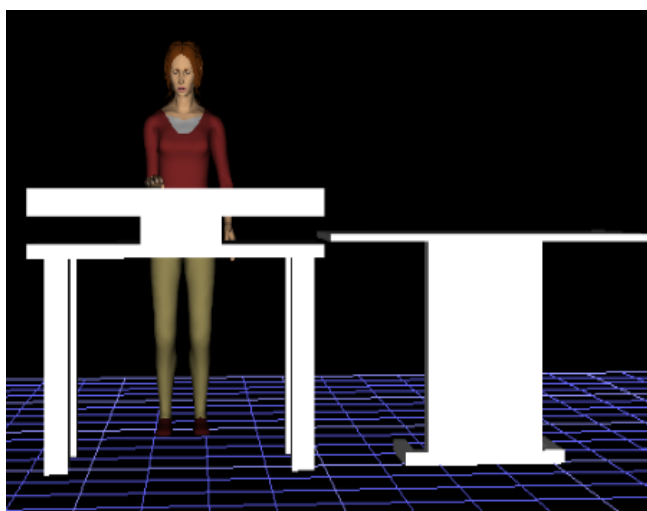
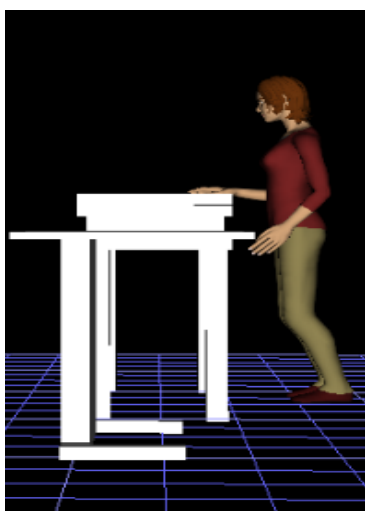
Čtvrtá pozice (obr. 17) – uchopení vrchní části fixačního lisu. Virtuální pracovník stojí vzpřímeně s nataženou horní končetinou. U metody RULA je celkové skóre v této pozici č. 4 což znamená, že změny by měly být vyžadovány např. natočení zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 1 tzn., že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



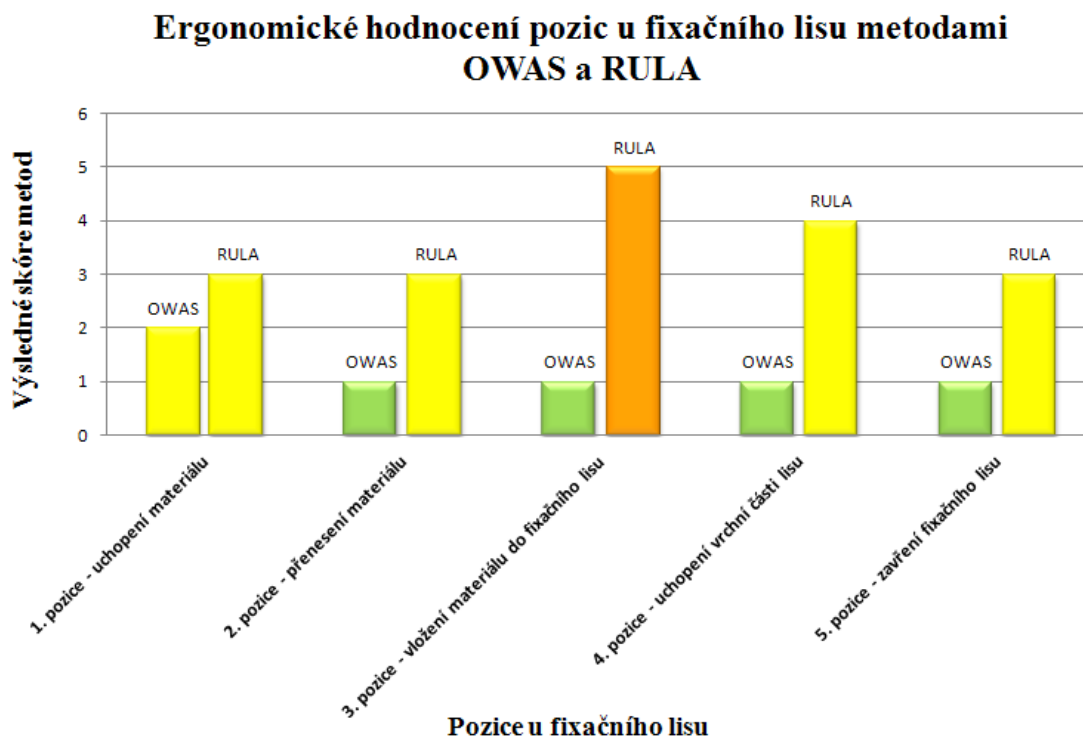
Obr. 17.: Čtvrtá pozice u fixačního lisu.

Pozice 5

Pátá pozice (obr. 18) – zavření fixačního lisu. Virtuální pracovník je ve vzpřímené poloze s pravou končetinou na vrchní části lisu. U této pozice byla provedena analýza za pomoci metody RULA, kde celkové skóre je č. 3 tzn., že změny by měly být vyžadovány např. vzpřímenější postoj, rovnější zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 1 což znamená, že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 18.: Pátá pozice u fixačního lisu – zavření lisu.



Graf 1.: Hodnocení pozic u fixačního lisu metodami OWAS a RULA.

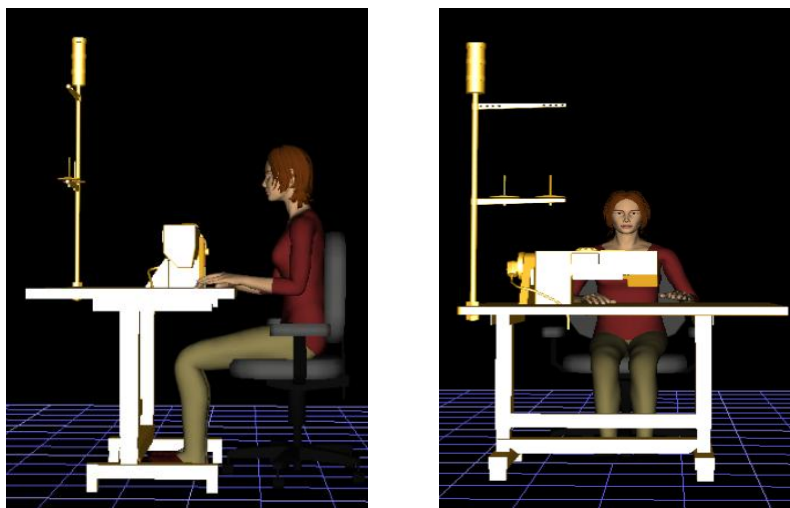
Z grafu je patrné, že u fixačního lisu vyšla analýza kriticky u pozice 3 – vložení materiálu do fixačního lisu u metody RULA. Je to z důvodu, že metoda RULA bere ohled na zatížení a natočení kloubů. U metody OWAS je optimální rozmezí hodnocení 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 3 a kritické rozmezí 3 – 4. Metoda RULA má optimální rozmezí u hodnot 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 5 a kritické rozmezí 5 - 7. Metoda RULA má u 1, 2, 4 a 5 pozice celkové skóre 3 a 4 což znamená, že změny by měly být vyžadovány, jako např. držení těla, natočení zápěstí. Metoda OWAS má celkové skóre do č. 2 a tzn., že změny by měly být provedeny v blízké budoucnosti.

12.5. Pracoviště šicího stroje

Pozice 1

První pozice (obr. 19) – základní pozice u šicího stroje. Virtuální postava sedí vzpřímeně na židli, ruce položené na základní desce, dolní končetiny položeny na

pedálech šicího stroje. U této pozice byly provedeny analýzy za pomoci metod RULA a OWAS, zda první pozice u šicího stroje je z ergonomického hlediska v pořádku. U metody RULA (obr. 20) bylo celkové skóre č. 3, což znamená, že další hodnocení ohledně základní pozice je potřebné a změny by měly být požadovány např. uvolněnější sed, natočení zápěstí. Oproti tomu u metody OWAS (obr. 21) byla v základní pozici výstupem č. 1, to znamená, že nejsou potřebná nápravná opatření.



Obr. 19.: Základní pozice u šicího stroje.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
 Location: Analyst:
 Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 3
 Lower arm: 2
 Wrist: 2
 Wrist Twist: 2
 Total: 4

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
 Trunk: 3
 Total: 3

Muscle Use: Normal, no extreme use
 Force/Load: < 2 kg intermittent load
 Arms: Not supported

Muscle Use: Normal, no extreme use
 Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

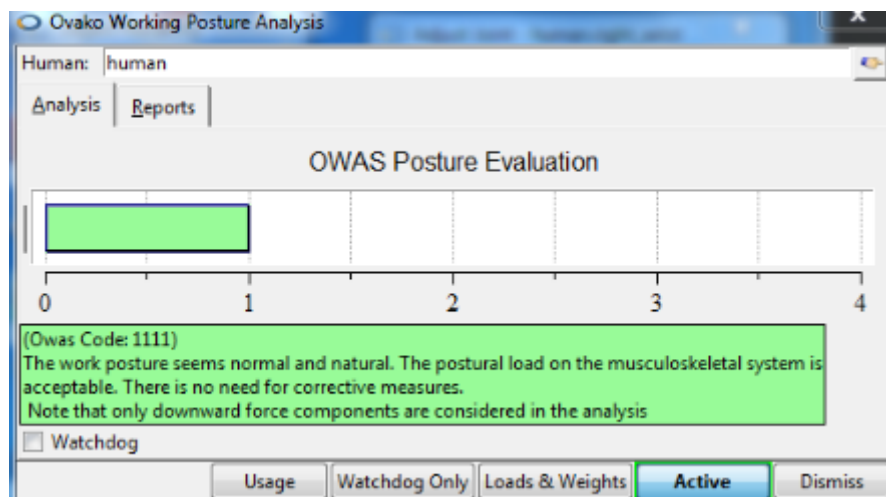
Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Update Analysis

Usage Dismiss

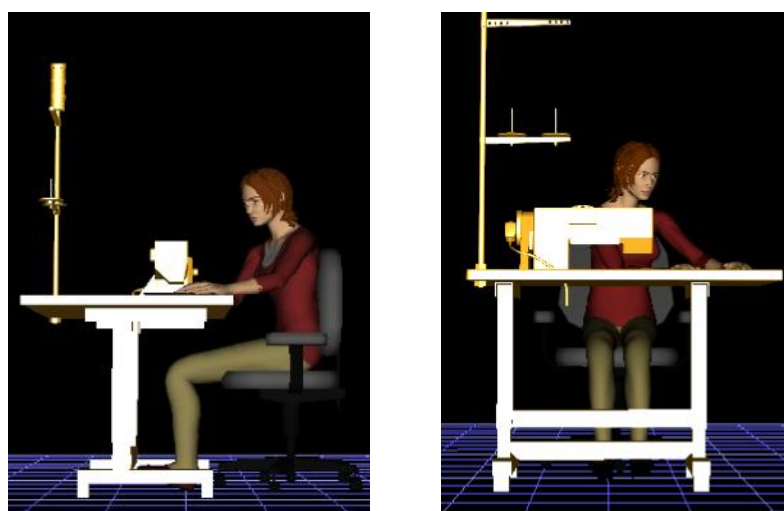
Obr. 20.: Výstup metody RULA u pozice 1.



Obr. 21.: Výstup metody OWAS u pozice 1.

Pozice 2

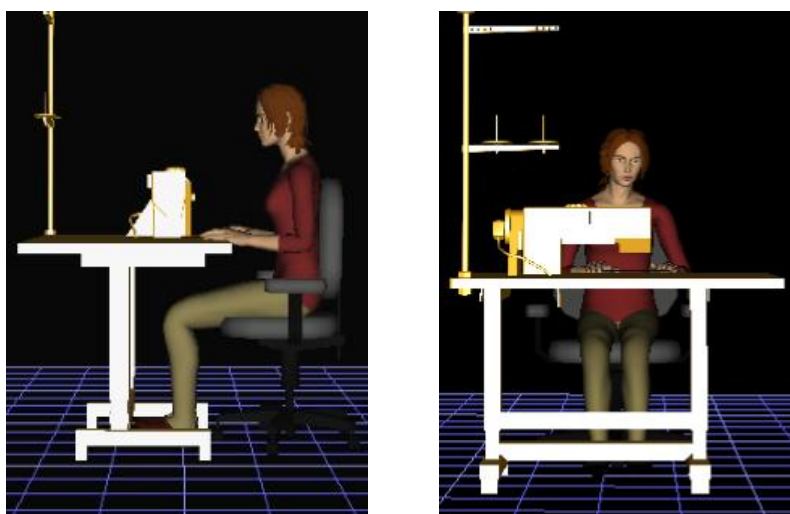
Druhá pozice (obr. 22) – uchopení materiálu. Virtuální postava má v této pozici mírně natočený a předkloněný trup a natažené horní končetiny, dolní končetiny položené na pedálech šicího stroje. U této pozice je celkové skóre u metody RULA č. 6 a to ukazuje, že změny, např. natočení zápěstí, narovnání trupu jsou potřebné neprodleně. Metoda OWAS má celkový výsledek č. 2, což znamená udělat nápravná opatření v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 22.: Druhá pozice u šicího stroje – uchopení materiálu.

Pozice 3

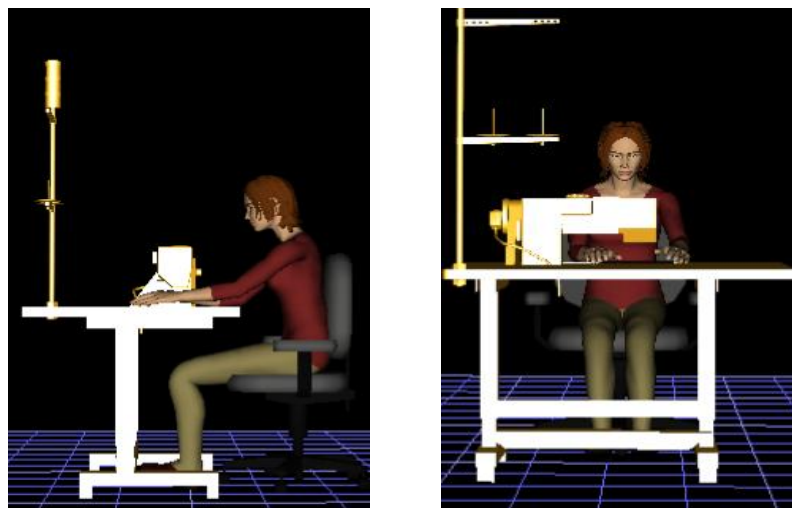
Třetí pozice (obr. 23) – vložení materiálu pod patku stroje. Základní pozice virtuálního pracovníka je jemně nakloněný trup s pokrčenými horními končetinami držícími materiál. Tato pozice byla testována metodou RULA, u které bylo celkové skóre č. 3 a to znamená, že další hodnocení je potřebné a změny by měly být požadovány, např. natočení zápěstí. Metoda OWAS vyhodnotila třetí pozici kategorií jedna a to nejsou potřebná nápravná opatření. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 23.: Třetí pozice u šicího stroje – vložení materiálu pod patku stroje.

Pozice 4

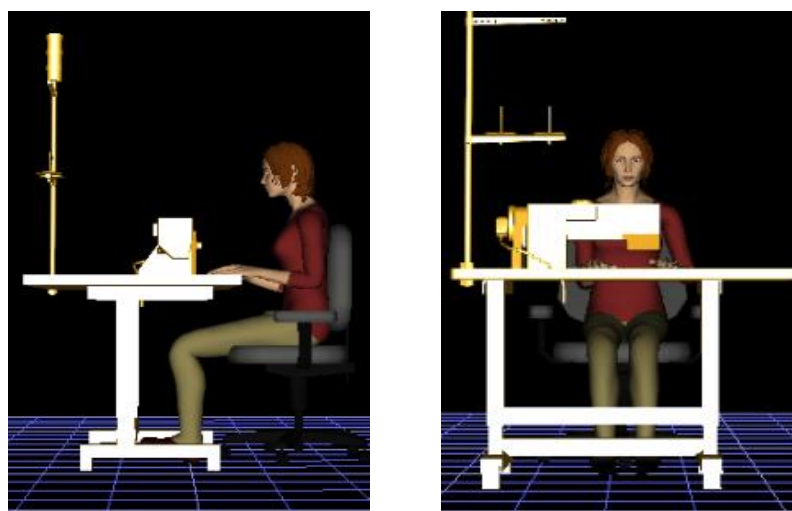
Čtvrtá pozice (obr. 24) – sešití okrajů materiálu. Virtuální pracovník má v této pozici předkloněný trup, horní končetiny natažené, sešlápnutý pedál pravou dolní končetinou. U této pozice bylo celkové skóre u metody RULA č. 3 a to ukazuje, že je další hodnocení potřebné a změny by měly být požadovány, např. předklonění trupu, natočení zápěstí. Metoda OWAS má výstup č. 2 což znamená udělat nápravná opatření v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 24.: Čtvrtá pozice u šicího stroje – sešití okrajů materiálu.

Pozice 5

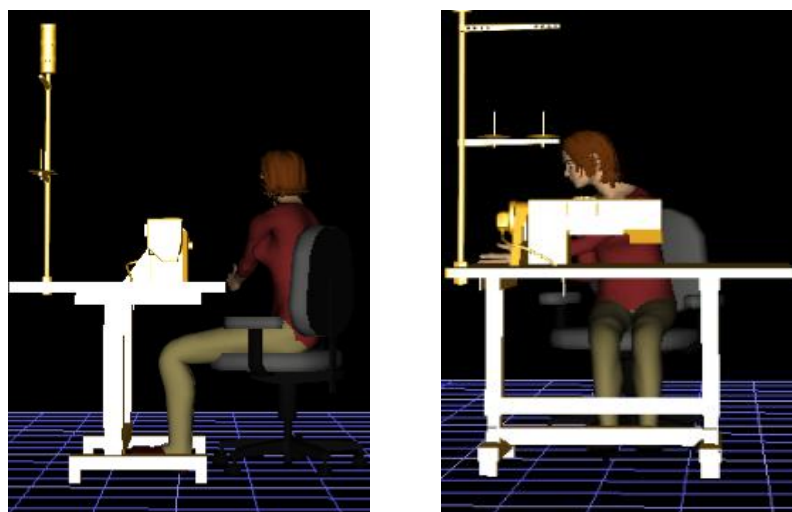
Pátá pozice (obr. 25) – vyjmutí materiálu z pod patky šicího stroje. Trup virtuálního pracovníka je vzpřímený, horní končetiny má připažené pokrčmo vzhůru. V rukou drží materiál, dolní končetiny volně položené na pedálu. Tato pozice byla také testována metodou RULA a celkové skóre je č. 3, což znamená, že je další hodnocení potřebné a změny by měly být požadovány, např. natočení zápěstí. U metody OWAS bylo celkové skóre č. 1 a to znamená, že nejsou potřebná žádná opatření. Tabulky viz. příloha 1.



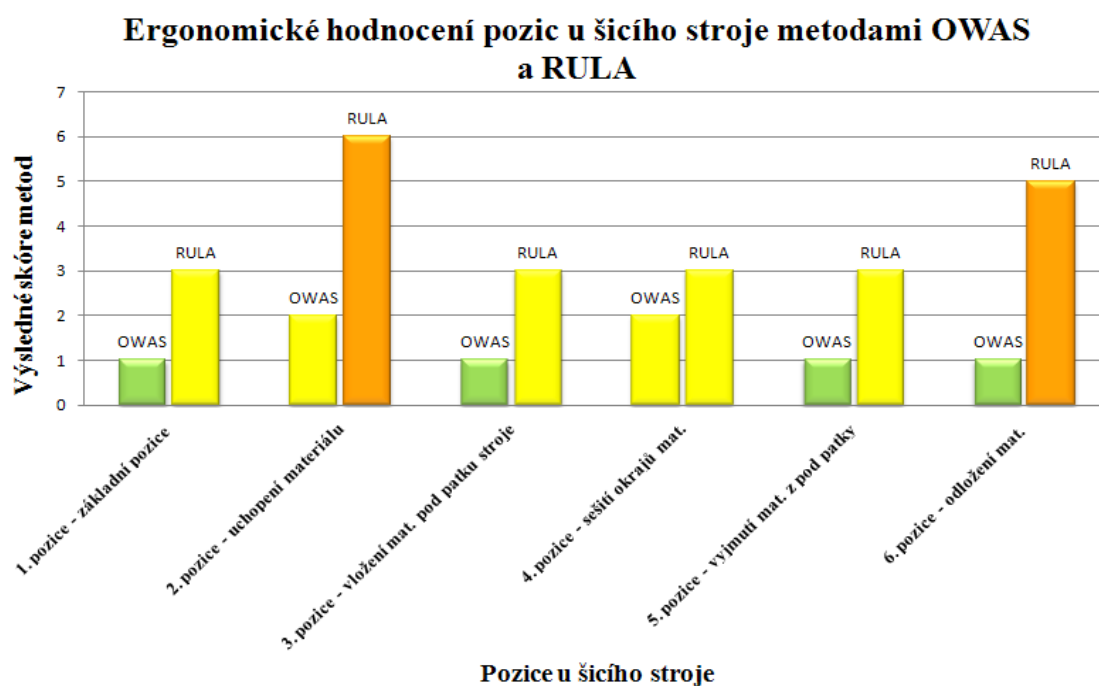
Obr. 25.: Pátá pozice u šicího stroje – vyjmutí materiálu z pod patky šicího stroje.

Pozice 6

Šestá pozice (obr. 26) – odložení materiálu. V této pozici virtuální pracovník natočí trup a natáhne horní končetiny s materiálem na odkládací desku. Dolní končetiny volně položené na pedálech šicího stroje. Tato pozice byla taktéž analyzována metodami RULA a OWAS. Metoda RULA vyhodnotila, jako celkový výsledek č. 5 a to znamená, že změny je potřebné provést neprodleně, např. natočení trupu. U metody OWAS byl celkový výsledek č. 1, což znamená, že nejsou potřebná žádná opatření. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 26.: Šestá pozice u šicího stroje – odložení materiálu.



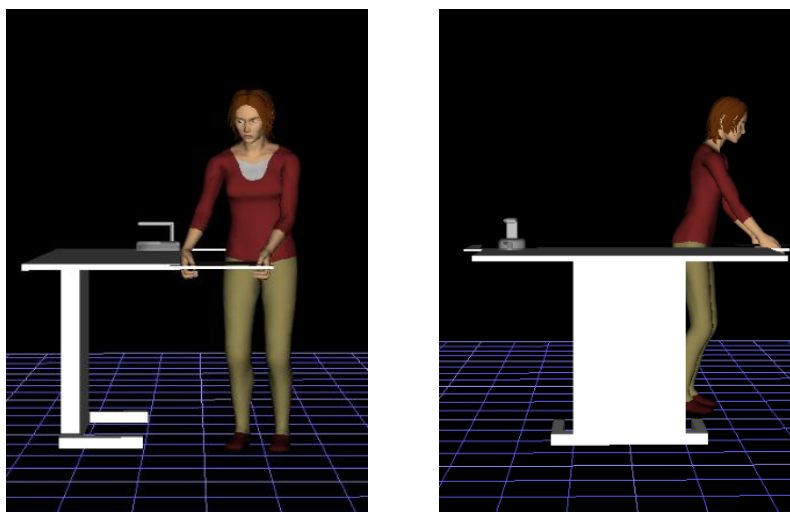
Graf 2.: Hodnocení pozic u šicího stroje metodami OWAS a RULA.

Z grafu je zřejmé, že u šicího stroje vyšla analýza kriticky u pozice 2 – uchopení materiálu a pozice 6 – odložení materiálu u metody RULA. Je to z důvodu, že metoda RULA bere ohled na zatížení a natočení kloubů. U metody OWAS je optimální rozmezí hodnocení 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 3 a kritické rozmezí 3 – 4. Metoda RULA má optimální rozmezí u hodnot 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 5 a kritické rozmezí 5 – 7. Metoda RULA má u 1, 3, 4 a 5 pozice celkové skóre 3 což znamená, že změny by měly být vyžadovány, jako např. držení těla, rovný trup. Metoda OWAS má celkové skóre do 2 a tzn., že změny by měly být provedeny v blízké budoucnosti.

12.6. Pracoviště mezioperačního žehlení

Pozice 1

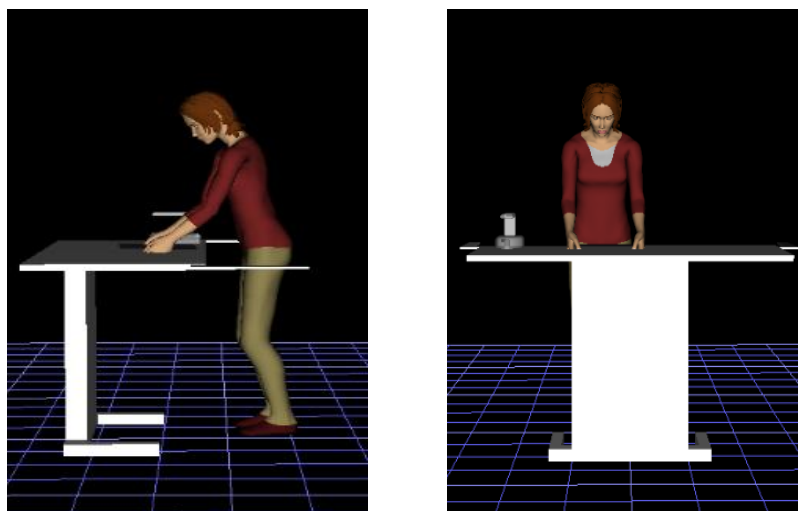
První pozice (obr. 27) – uchopení materiálu. Virtuální pracovník vestoje uchopí materiál, v této pozici je v mírném předklonu a horní končetiny má natažené a drží v nich materiál. Za pomoci metody RULA, byla provedena analýza zda první pozice je z ergonomického hlediska v pořádku. Celkové skóre u této metody je č. 3 tzn., že změny by měly být vyžadovány např. předklonění trupu, natočení zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 1 což znamená, že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 27.: První pozice – uchopení materiálu.

Pozice 2

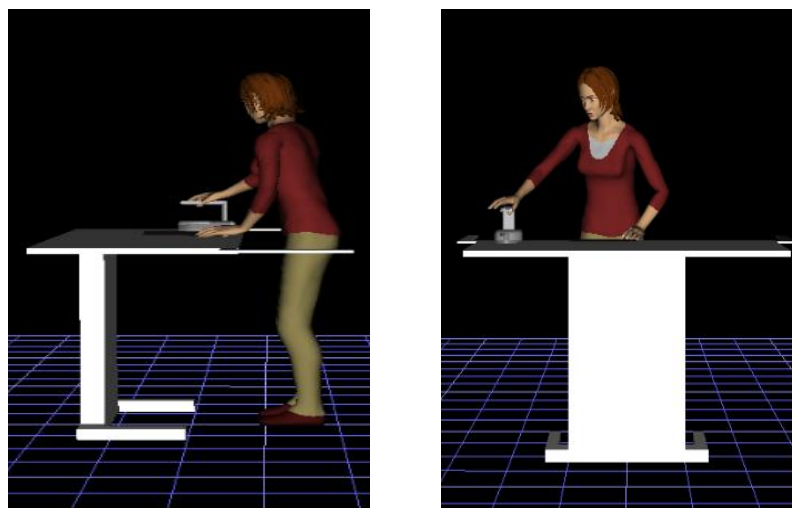
Druhá pozice (obr. 28) – položení materiálu na žehlicí stůl. V této pozici virtuální pracovník pokládá materiál na žehlicí stůl, je v mírném předklonu a má předpažené horní končetiny, ve kterých drží materiál. U metody RULA je celkové skóre č. 5 což znamená, že změny by měly být vyžadovány např. předklonění a natočení trupu. Metoda OWAS má celkové skóre č. 2 tzn., že změny by měli být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 28.: Druhá pozice – položení materiálu na žehlicí stůl

Pozice 3

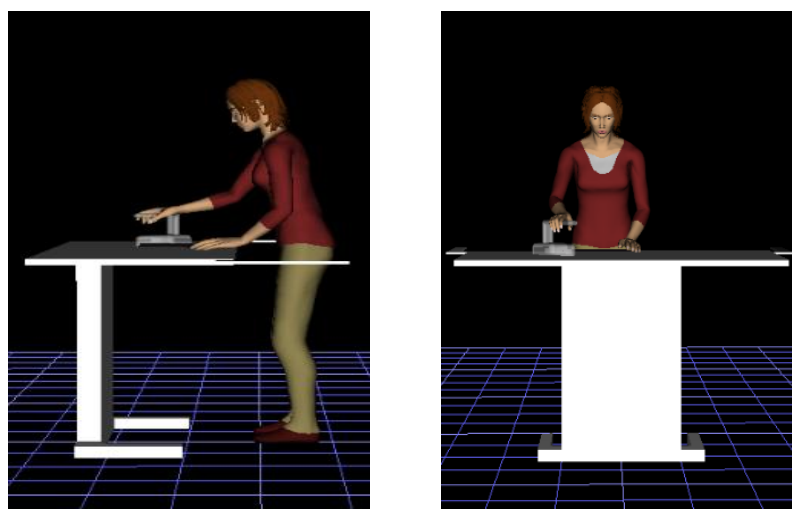
Třetí pozice (obr. 29) – uchopení žehličky. Virtuální pracovník uchopí žehličku umístěnou na žehlicím stole, při této póze má trup mírně předkloněný a nakloněný, nataženou pravou horní končetinu pro uchopí žehličky. U metody RULA je celkové skóre u první pozice č. 6 což znamená, že změny by měly být vyžadovány např. natočení trupu. U metody OWAS je celkové skóre č. 2 tzn., že změny by měli být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 29.: Třetí pozice u žehlicího stolu - uchopení žehličky.

Pozice 4

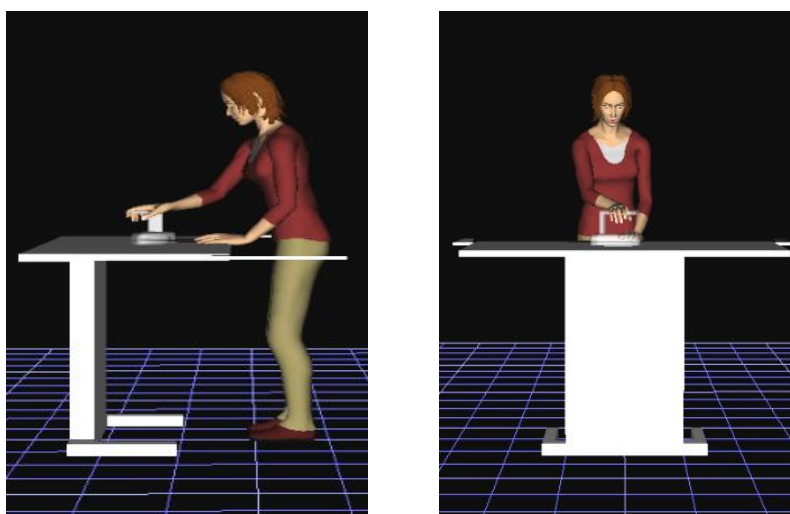
Čtvrtá pozice (obr. 30) – přemístění žehličky na materiál. Virtuální pracovník stojí v mírném předklonu a drží žehličku. V této pozici má trup mírně předkloněný, pravá horní končetina natažená, levá horní končetina volně položena na žehlicím stole a přidržuje materiál. Tato pozice byla analyzována z ergonomického hlediska metodou RULA a její celkové skóre je č. 5 a to znamená, že změny by měly být vyžadovány např. vzpřímenější postoj, pootočení zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 2 tzn., že změny by měli být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 30.: Čtvrtá pozice – přemístění žehličky na materiál.

Pozice 5

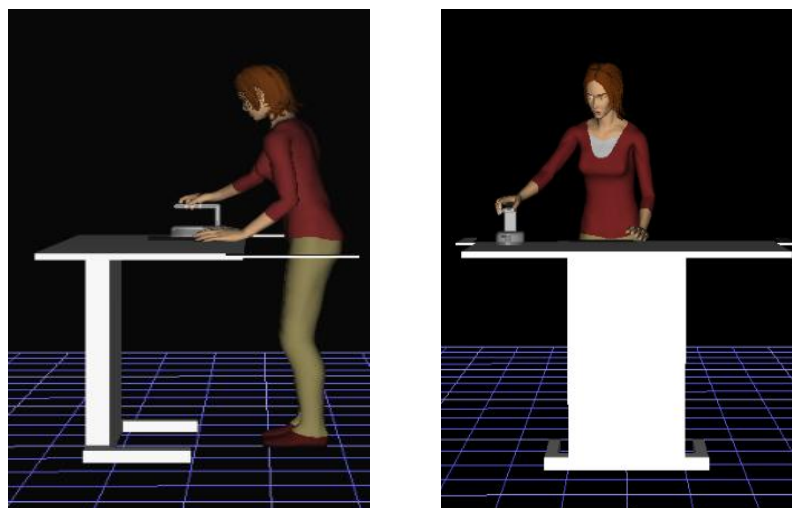
Pátá pozice (obr. 31) – přežehlení materiálu. Virtuální pracovník žehličkou přežehlí materiál. V této poloze, má trup mírně předkloněný, pravá horní končetina drží žehličku a levá horní končetina drží materiál. V této pozici u metody RULA je celkové skóre č. 5 a to znamená, že změny by měly být vyžadovány např. pootočení zápěstí. U metody OWAS je celkové skóre č. 2 tzn., že změny by měli být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 31.: Pátá pozice – přežehlení materiálu.

Pozice 6

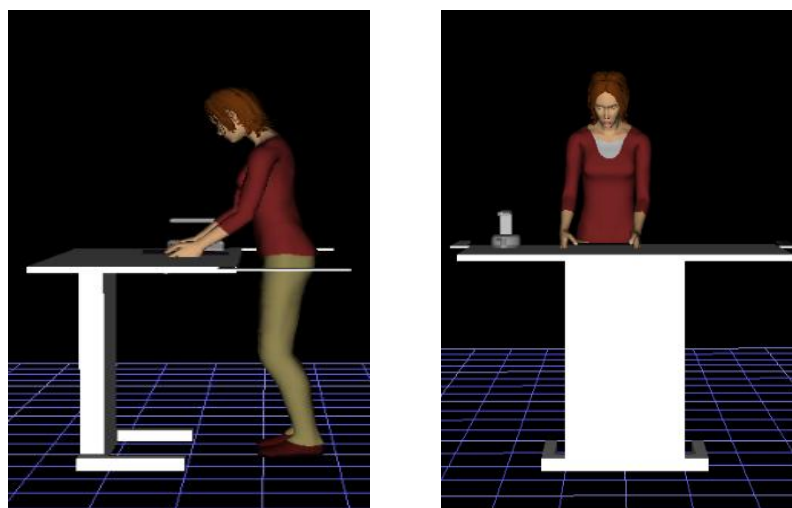
Šestá pozice (obr. 32) – odložení žehličky na odkládací místo. Virtuální pracovník odloží po vyžehlení materiálu žehličku na odkládací místo, při čemž stojí vzpřímeně, trup je mírně předkloněný a nakloněný, žehlička je držena nataženou pravou horní končetinou. U čtvrté pozice byla provedena analýza z hlediska ergonomie pohybu u metody RULA, kde celkové skóre je č. 6 což znamená, že změny jsou potřebné provést neprodleně např. natočení zápěstí, vzpřímenější postoj. Metoda OWAS má v této pozici celkové skóre č. 2 tzn., že změny by měli být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 32.: Šestá pozice – položení žehličky na odkládací místo

Pozice 7

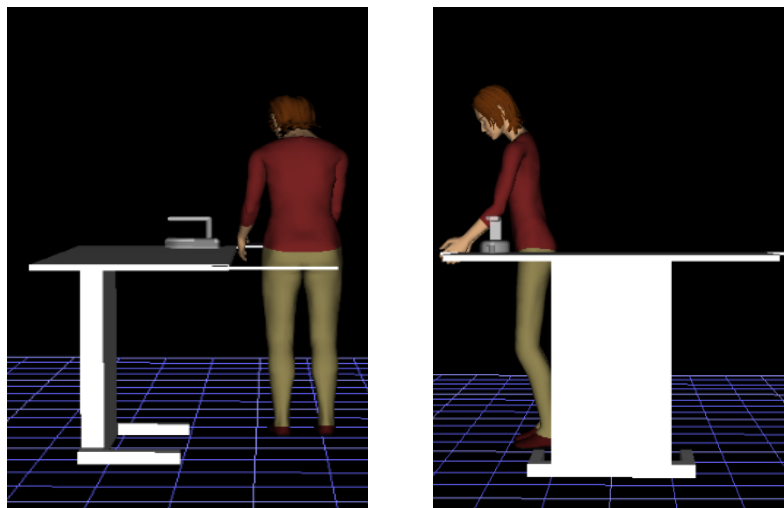
Sedmá pozice (obr. 33) – uchopení materiálu. Virtuální pracovník vestoje uchopí materiál, v této pozici je v mírném předklonu a horní končetiny má natažené a drží v nich materiál. U metody RULA v této pozici je celkové skóre č. 5 což znamená, že změny jsou potřebné provést neprodleně např. natočení zápěstí, vzpřímenější postoj. Metoda OWAS má celkové skóre č. 1 což znamená, že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



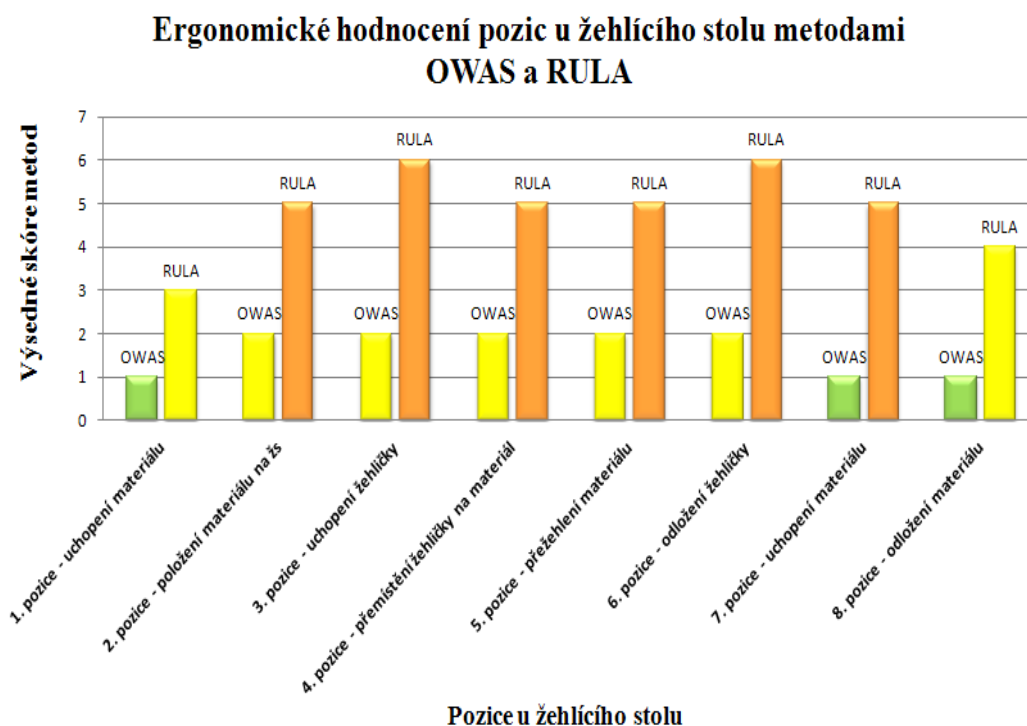
Obr. 33.: Sedmá pozice – uchopení materiálu.

Pozice 8

Osmá pozice (obr. 34) - odložení materiálu. V této pozici virtuální pracovník stojí s mírně předkloněným trupem a má natažené horní končetiny. U této pozice byla také provedena analýza za pomoci metody RULA, která má celkové skóre č. 4 a to znamená, že změny by měly být vyžadovány např. předklon trupu. Metoda OWAS má v této pozici celkové skóre č. 1 tzn., že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 34.: Osmá pozice – odložení materiálu.



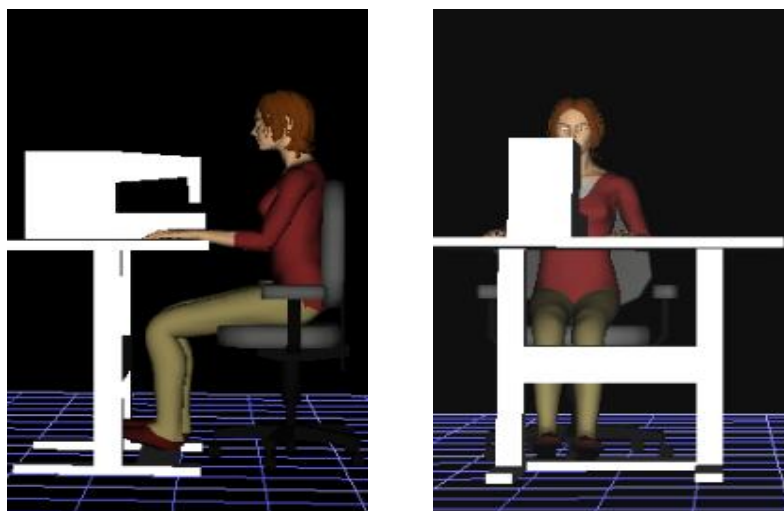
Graf 3.: Hodnocení pozic u žehlicího stolu metodami OWAS a RULA.

Z grafu je zřejmé, že u žehlicího stolu vyšla analýza kriticky u pozice 2 – položení materiálu na žehlicí stůl, pozice 3 – uchopení žehličky, pozice 4 – přemístění žehličky na materiál, pozice 5 – přežehlení materiálu, pozice 6 – odložení materiálu a pozice 7 – uchopení materiálu u metody RULA. Je to z důvodu, že metoda RULA bere ohled na zatížení a natočení kloubů. U metody OWAS je optimální rozmezí hodnocení 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 3 a kritické rozmezí 3 – 4. Metoda RULA má optimální rozmezí u hodnot 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 5 a kritické rozmezí 5 – 7. Metoda RULA má u 1 a 8 pozice celkové skóre 3 a 4 což znamená, že změny by měly být vyžadovány, jako např. držení těla, lepší uspořádání pracoviště. Metoda OWAS má u veškerých pozic celkové skóre do č. 2 a tzn., že změny by měly být provedeny v blízké budoucnosti.

12.7. Pracoviště dírkovacího stroje

Pozice 1

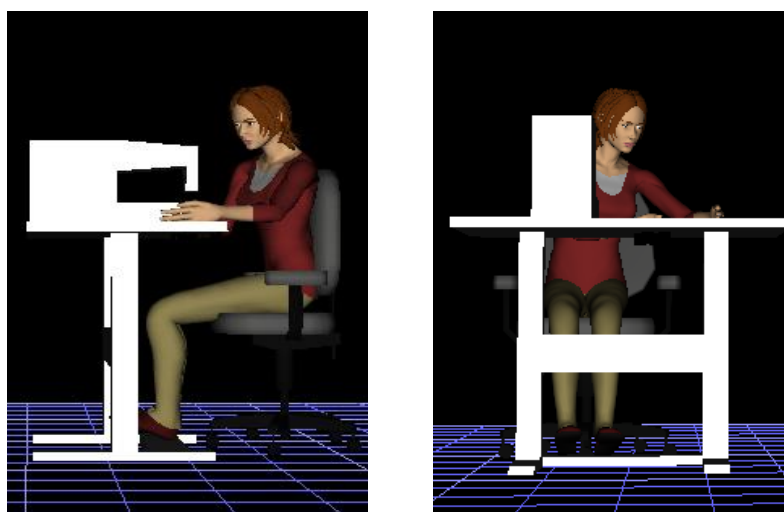
První pozice u dírkovacího stroje (obr. 35) – základní pozice. Figurantka sedí ve vzpřímeném sedu rovný trup, horní končetiny položené na pracovní desce, dolní končetiny položené na pedálu. U metody RULA je celkové skóre č. 4, to ukazuje, že další hodnocení je potřebné a změny by měly být požadovány, např. natočení zápěstí, jelikož metoda RULA je velice citlivá na zatížení a natočení kloubů. Metoda OWAS má celkové skóre č. 2 což znamená udělat nápravná opatření v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 35.: První pozice u dírkovacího stroje.

Pozice 2

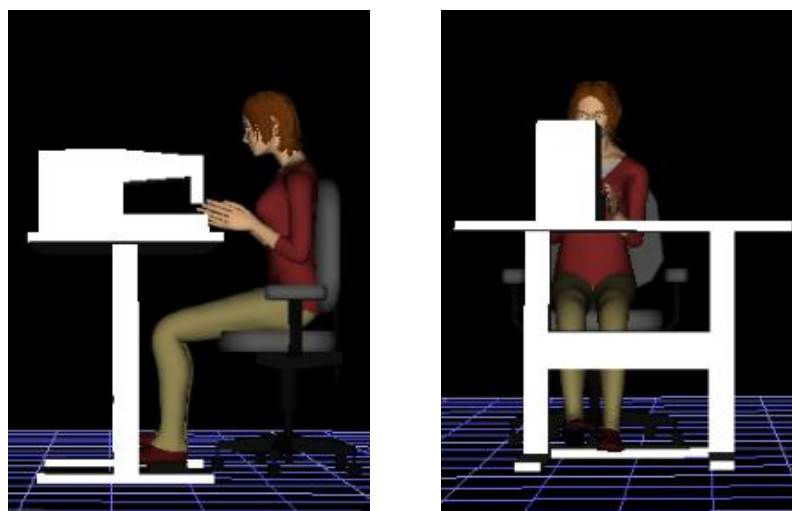
Druhá pozice (obr. 36) – uchopení materiálu. Virtuální pracovník má v této pozici mírně natočený a předkloněný trup a natažené horní končetiny pro uchopení materiálu. Dolní končetiny položené na pedálu dírkovacího stroje. Metoda RULA má v této pozici celkové skóre č. 6, což znamená, že změny jsou potřebné provést neprodleně, např. natočení trupu, pootočení zápěstí. U metody OWAS vyšla analýza č. 2 a to znamená, že změny mají být provedeny v blízké budoucnosti. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 36.: Druhá pozice u dírkovacího stroje.

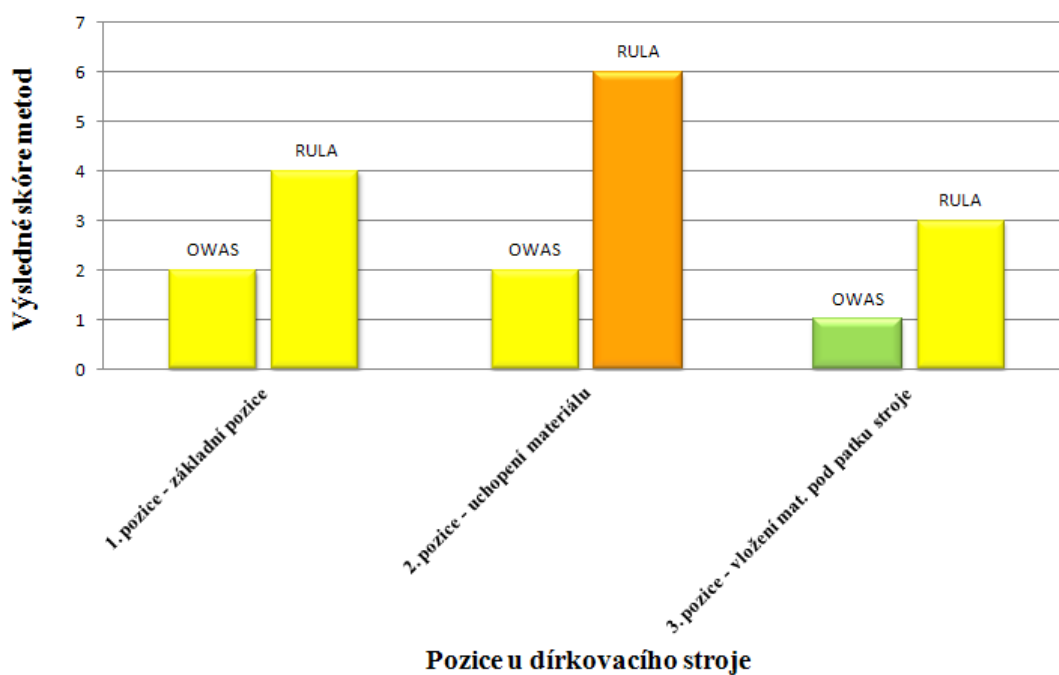
Pozice 3

Třetí pozice (obr. 37) – vložení materiálu pod patku stroje. Virtuální pracovník vkládá materiál pod patku stroje, sedí vzpřímeně na židli s pokrčenými horními končetinami držící materiál a dolní končetiny volně položené na pedálu dírkovacího stroje. Metoda RULA byla provedena i u této pozice, kde celkové skóre je č. 3, což znamená, že změny by měly být vyžadovány, např. natočení zápěstí. U metody OWAS bylo celkové skóre č. 1 a to znamená, že změny nejsou potřebné. Tabulky viz. příloha 1.



Obr. 37.: Třetí pozice u dírkovacího stroje – vložení materiálu pod patku stroje.

Ergonomické hodnocení pozic u dírkovacího stroje metodami OWAS a RULA



Graf 4.:Hodnocení pozic u dírkovacího stroje metodami OWAS a RULA.

Z grafu je patrné, že u dírkovacího stroje vyšla analýza kriticky u pozice 2 – uchopení materiálu u metody RULA. Je to z důvodu, že metoda RULA bere ohled na zatížení a natočení kloubů. U metody OWAS je optimální rozmezí hodnocení 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 3 a kritické rozmezí 3 – 4. Metoda RULA má optimální rozmezí u

hodnot 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 5 a kritické rozmezí 5 – 7. Metoda RULA má u 1 a 3 pozice celkové skóre 3 a 4 což znamená, že změny by měly být vyžadovány, jako např. držení těla, natočení zápěstí. Metoda OWAS má celkové skóre do 2 a tzn., že změny by měly být provedeny v blízké budoucnosti.

12.8. VYHODNOCENÍ ANALÝZ METOD OWAS A RULA

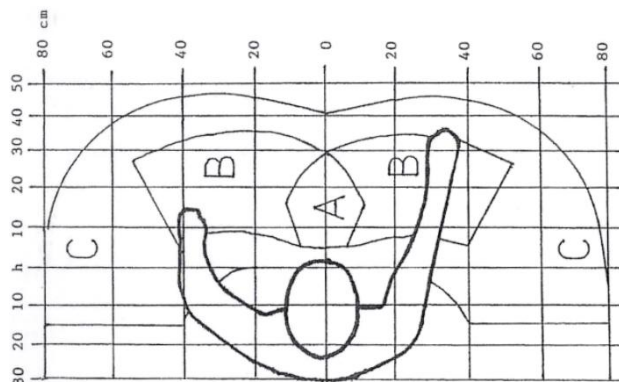
Po analýze pozic u pracovních míst a porovnání výsledků se může zdát, že kdyby se ergonomické hodnotící metody rozdělily, tak hodnocení metody OWAS je celkem příznivé a hodnocení metody RULA je z velké části nepříznivé. Je to z toho důvodu, že metoda RULA navíc zohledňuje zatížení a natáčení kloubů. U metody OWAS je optimální rozmezí hodnocení 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 3 a kritické rozmezí 3 – 4. Metoda RULA má optimální rozmezí u hodnot 1 – 2, rizikové rozmezí 2 – 5 a kritické rozmezí 5 – 7. Je velmi těžké vyčíslit nebo přesně říci jaký vliv má ergonomicky nepříznivé prostředí na člověka z dlouhodobého hlediska. Ale každá ergonomická analýza a optimalizace pracoviště má příznivý vliv na zdraví pracovníka.

13. PRACOVNÍ PODMÍNKY OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Pracovní podmínky vychází z nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které jsou dány pro rozsah horních končetin vstojе a vsedě.

13.1. Podmínky pro dosah horních končetin vsedě

Dosah horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým jsou stanoveny podmínky ochrany zdraví při práci.



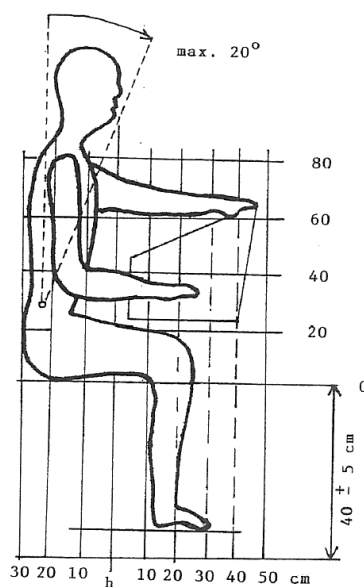
Obr. 38.: Dosah horních končetin při práci vsedě. [11]

Oblast A – časté (20 až 40x za osmihodinovou směnu) a přesné pohyby.

Oblast B – pohyby obou předloktí a při manipulaci s předměty a nástroji bez nutnosti změny základní pracovní polohy – mírné předklánění, pohyb do stran.

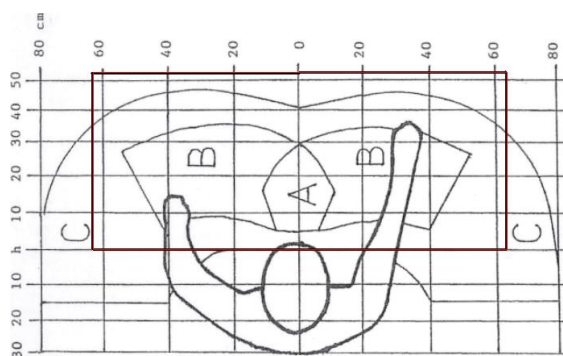
Oblast C – maximální dosah – méně časté a pomalejší pohyby, nutnost otáčení trupu.

[11]



Obr. 39.: Dosah horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě. [11]

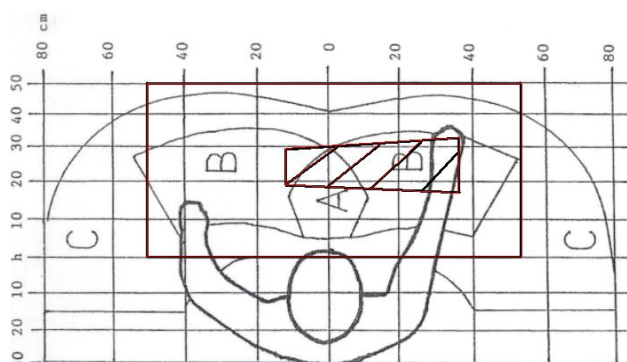
Umístění fixačního stroje do rozsahu horních končetin



Obr. 40.: Rozsah horních končetin na pracovišti fixačního stroje.

Z tohoto obrázku (obr. 40) je zřejmé, že rozpětí horních končetin je v oblastech A, B i C což ukazuje, že fixační lis je dostatečně veliký pro manipulaci s materiálem.

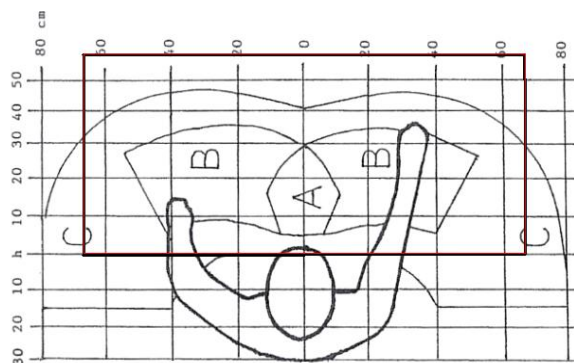
Umístění šicího stroje do rozsahu horních končetin



Obr. 41.: Rozsah horních končetin na pracovišti šicího stroje.

Z tohoto obrázku (obr. 41) je zřejmé, že rozpětí horních končetin je v oblastech A a B, což ukazuje, že šicí stroj je správně umístěn.

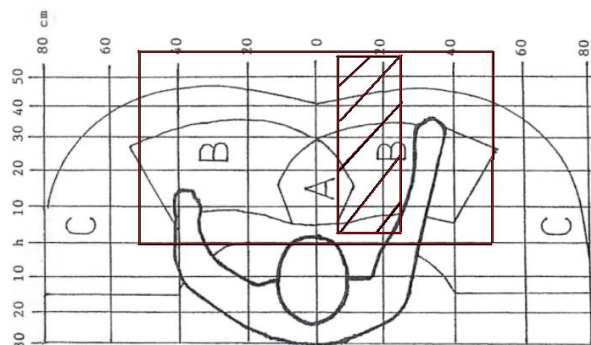
Umístění žehlicího stůl do rozsahu horních končetin



Obr. 42.: Rozsah horních končetin na pracovišti mezioperačního žehlení.

Z obrázku (obr. 42) je zřejmé, že rozpětí horních končetin je v oblastech A, B i C což ukazuje, že žehlicí stůl je dostatečně veliký pro manipulaci s materiálem.

Umístění dírkovacího stroje do rozsahu horních končetin



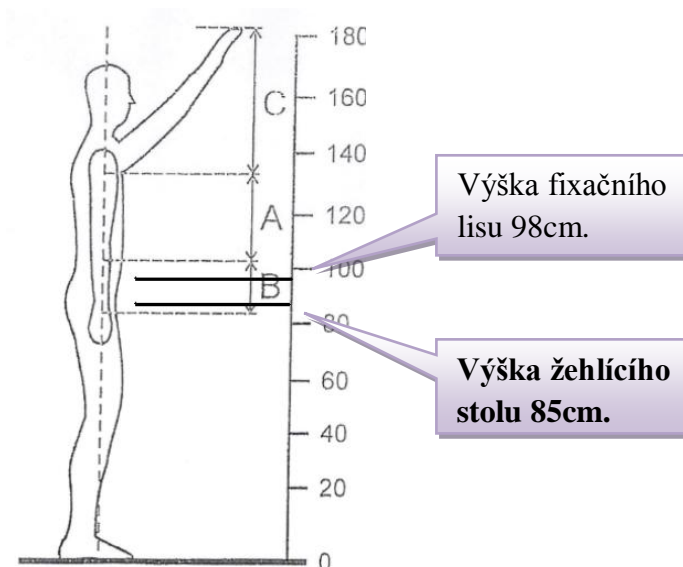
Obr. 43.: Rozsah horních končetin na pracovišti dírkovacího stroje.

Z tohoto obrázku (obr. 43) je zřejmé, že rozpětí horních končetin je v oblastech A a B, což ukazuje, že dírkovací stroj je správně umístěn.

13.2. Podmínky pro Dosah horních končetin vstoje

Dosah horních končetiny ve svislé rovině vstoje dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [11]

Postava při výšce 170cm má dosah horních končetin rozdělen do tří oblastí rozsahu A, B a C. Rozpětí oblasti A je 104 – 135cm, oblast B 83 – 104cm a oblast C 135 – 180cm. Výšky fixačního lisu a žehlicího stolu je v rozpětí oblasti B.



Obr. 44.: Dosah horních končetin vstoje. [11]

14. ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ U VYBRANÝCH PRACOVÍŠŤ NA ŠICÍ DÍLNĚ

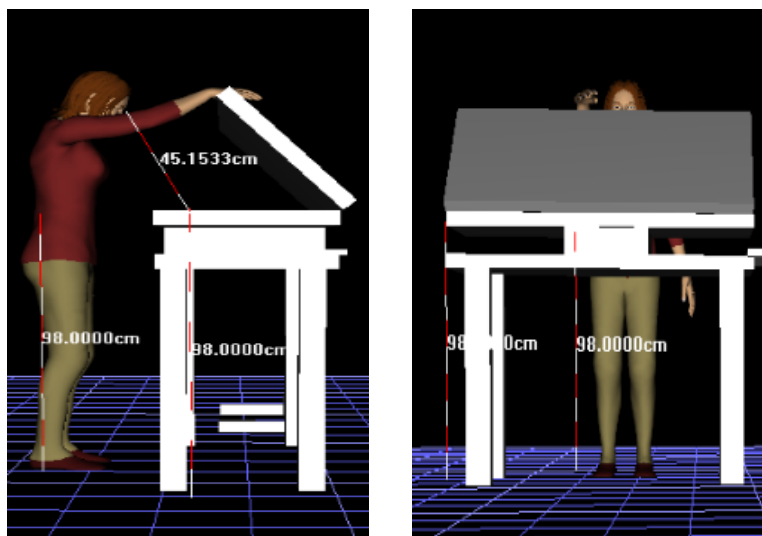
V této části diplomové práce bylo provedeno měření u jednotlivých strojů za pomoci softwaru Tecnomatix Jack. Jednotlivé postavy v daných výškových skupinách byly přiděleny k pracovním místům. Dále bylo posouzeno, zda daný jedinec se výškově hodí k daným pracovištím. Správná výška stolu k dané výšce postavy byla porovnávána dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci (obr. 38, 44).

14.1. Ideální výška postav ve vztahu k fixačnímu lisu

U fixačního stolu se porovnávaly postavy ve výškových skupinách u žen 158cm, 164cm, 170cm a 176cm, u mužů 164cm, 170cm, 176cm, 182cm, 188cm a 194cm.

Výška postavy 158cm

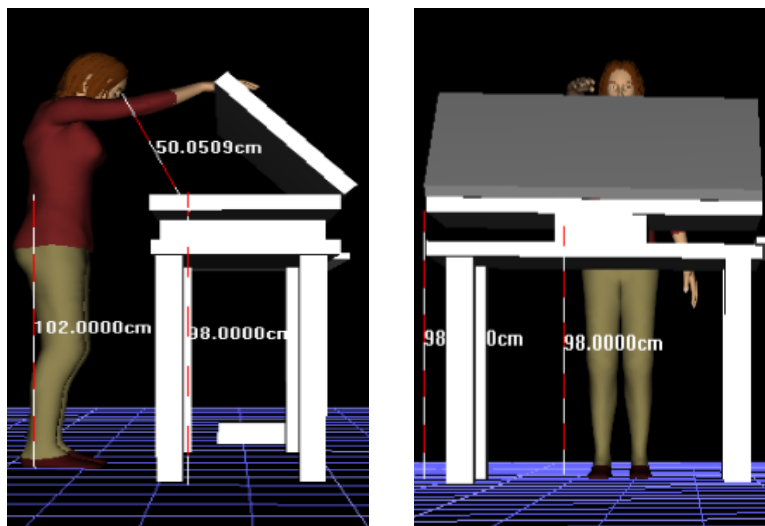
U této výšky (obr. 45) je postava vstoje vzpřímená, trup rovný, pravá horní končetina předpažená. S výškou 158cm je možné obsluhovat fixační lis.



Obr. 45.: Stoj u fixačního lisu – 158cm

Výška postavy 164cm

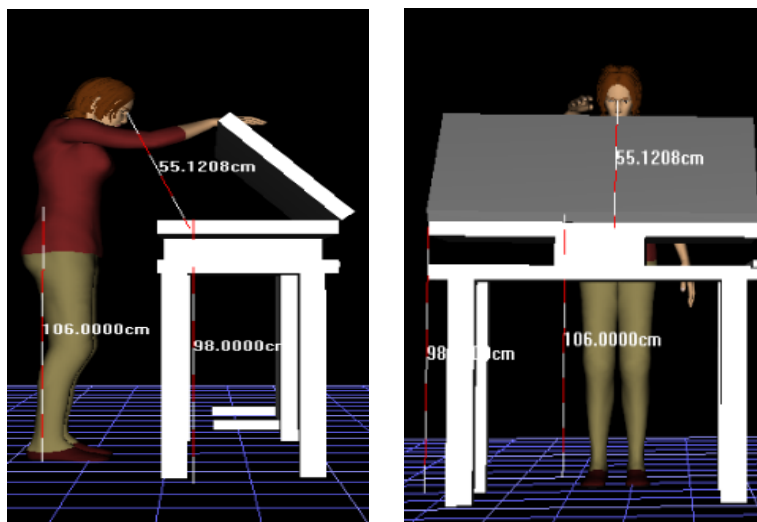
U výšky postavy 164cm (obr. 46) je postava vzpřímená, rovný trup, pravá horní končetina na vrchní části fixačního lisu. Tato výška postavy je nejideálnější výška pro práci s fixačním lisem.



Obr. 46.: Stoj u fixačního lisu – 164cm.

Výška postavy 170cm (obr. 47)

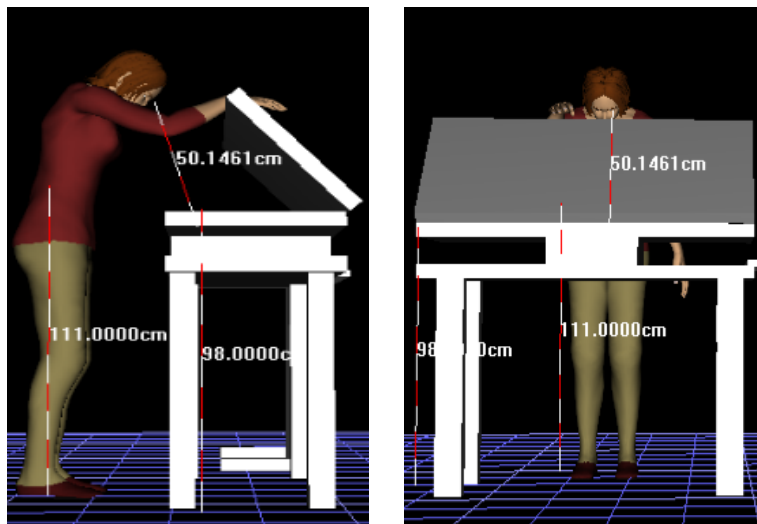
U této výšky je postava vstoje v mírném předklonu, pravá horní končetina uchopí vrchní část fixačního lisu. S touto výškou postavy je možné obsluhovat fixační lis.



Obr. 47.: Stoj u fixačního lisu – 170cm.

Výška postavy 176cm (obr. 48)

U výšky postavy 176cm je virtuální zaměstnanec v hlubším předklonu a špatně vidí na pracovní desku. Proto tato výška není vyhovující k obsluze fixačního lisu.

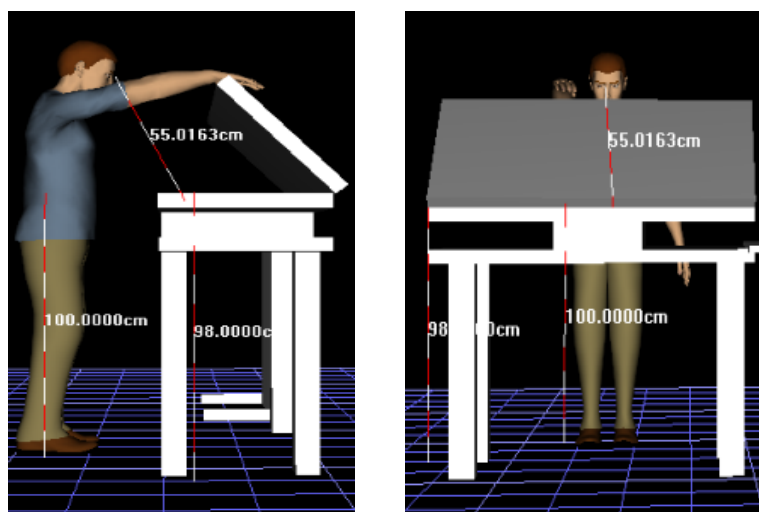


Obr. 48.: Stoj u fixačního lisu – 176cm

Muži

Výška postavy 164cm

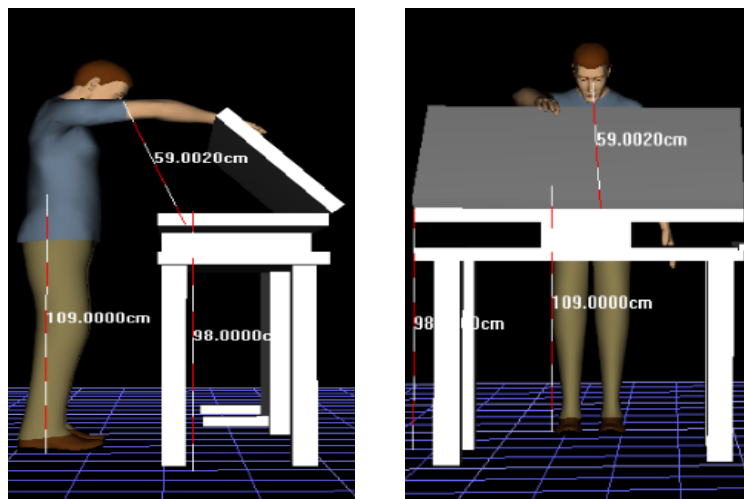
U této výšky (obr. 49) je postava ve vzpřímeném stoji, trup rovný, pravá horní končetina předpažená na vrchní části fixačního lisu. S výškou 158cm je možné obsluhovat fixační lis.



Obr. 49.: Stoj u fixačního lisu – 164cm

Výška postavy 176cm

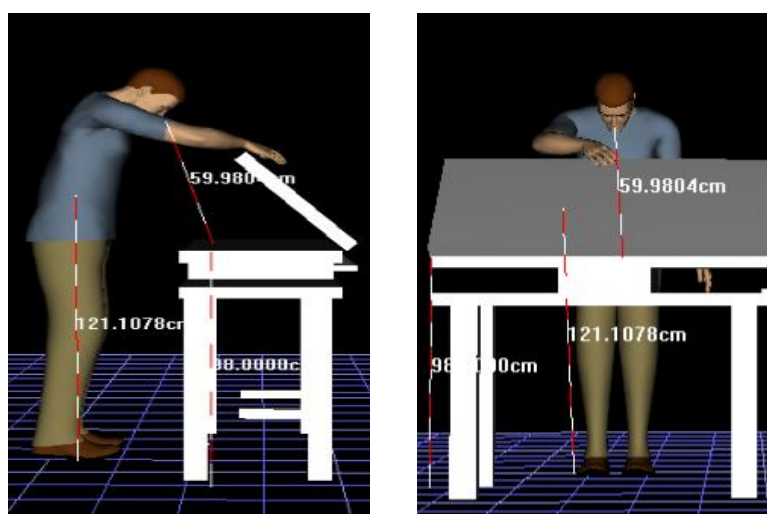
U výšky 176cm (obr. 50) je virtuální pracovník v mírném předklonu, pravá horní končetina pokrčená a předpažená. S touto výškou je pracovník více namáhán v oblasti páteře a má špatnou viditelnost na pracovní desku.



Obr. 50.: Stoj u fixačního lisu – 176cm.

Výška postavy 194cm

Při této výšce je virtuální pracovník v předklonu, horní pravá končetina pokrčená a předpažená. Postava při této výšce je velice namáhána v oblasti trupu a má špatnou viditelnost na pracovní desku fixačního lisu.



Obr. 51.: Stoj u fixačního lisu – 194cm.

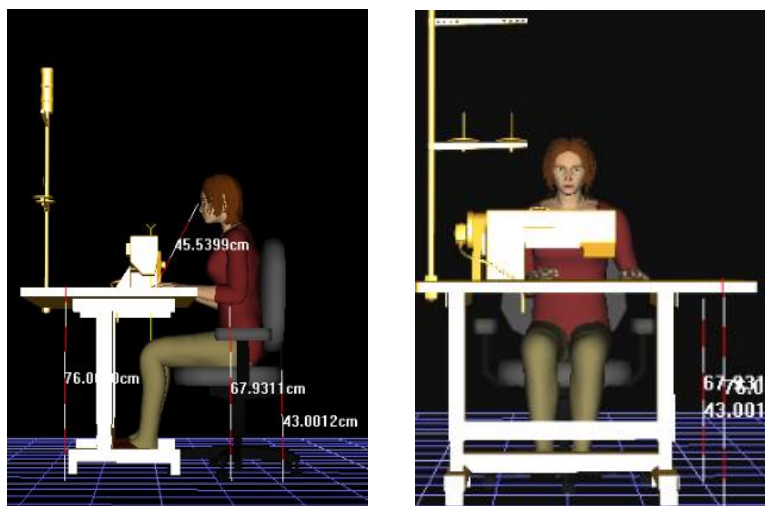
Výška základní desky fixačního lisu je 98cm. Dle provedené simulace je zřejmé, že výškové skupiny, hodící se k obsluze fixačního lisu, jsou u žen výšky 158 – 170cm, u mužů 164 – 170cm. Nad 170cm je virtuální zaměstnanec ve velkém předklonu a tím je více namáhán.

14.2. Ideální výška postavy ve vztahu k šicímu stroji

U šicího stroje se porovnávaly postavy taktéž ve výškových skupinách u žen 158cm, 164cm, 170cm a 176cm, u mužů 164cm, 170cm, 176cm, 182cm, 188cm a 194cm.

Výška postavy 158cm (obr. 52)

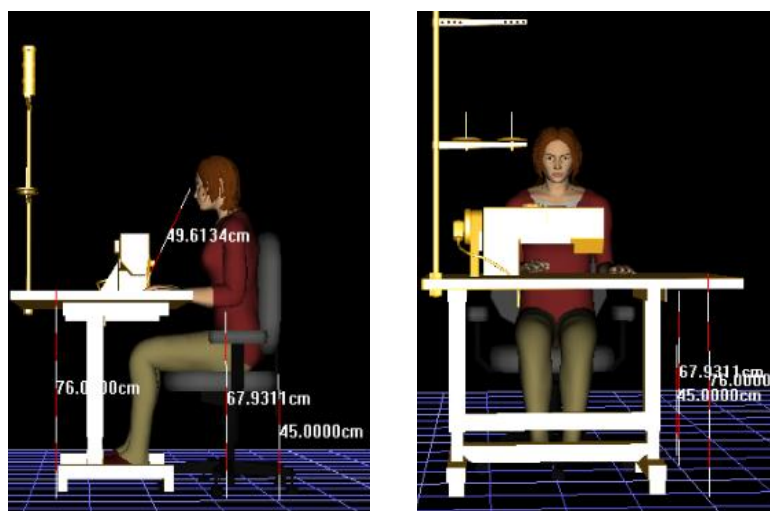
Postava v této výšce je ve vzpřímeném sedu, horní končetiny položené na pracovní desce, dolní končetiny položené na pedálech šicího stroje. Při této výšce je možné obsluhovat šicí stroj.



Obr. 52.: Sed u šicího stroje – 158cm.

Výška postavy 164cm (obr. 53)

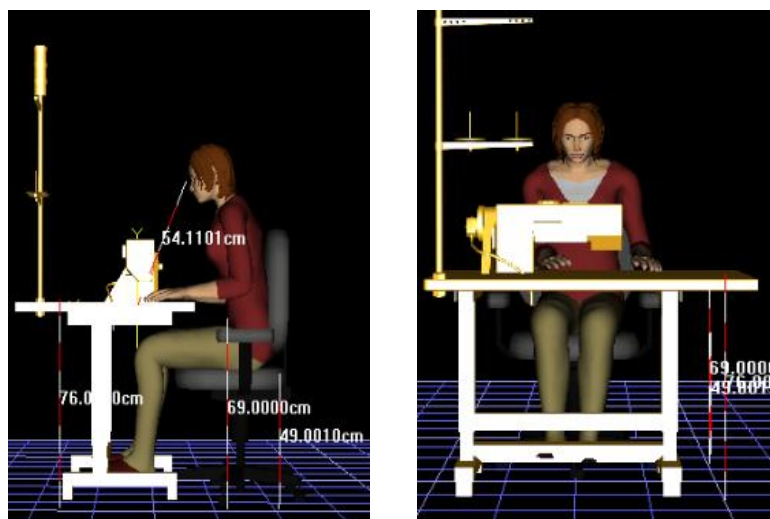
Postava v této výšce je ve vzpřímeném sedu, horní končetiny položené na pracovní desce, dolní končetiny položené na pedálech šicího stroje. Při této výšce je možné obsluhovat šicí stroj.



Obr. 53.: Sed u šicího stroje – 164cm.

Výška postavy 176cm (obr. 54)

Při výšce 176cm je postava ve vzpřímeném sedu, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. Trup je v mírném předklonu. Postava s touto výškou může obsluhovat šicí stroj.

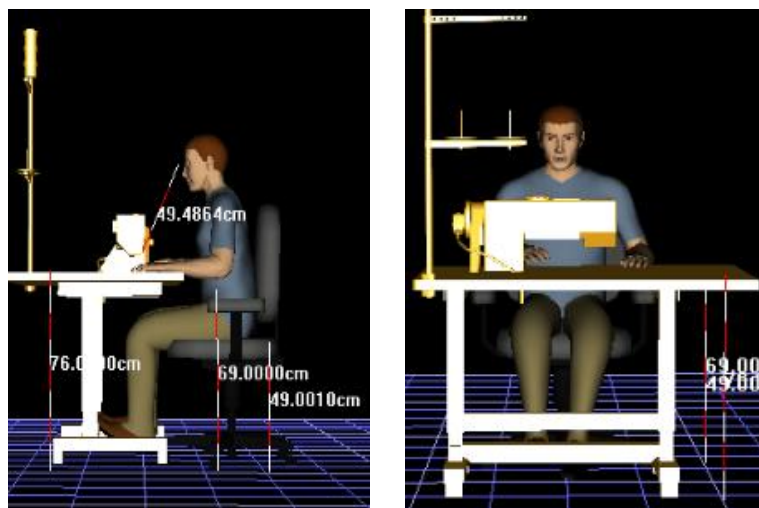


Obr. 54.: Sed u šicího stroje – 176cm.

Muži

Výška postavy 164cm (obr. 55)

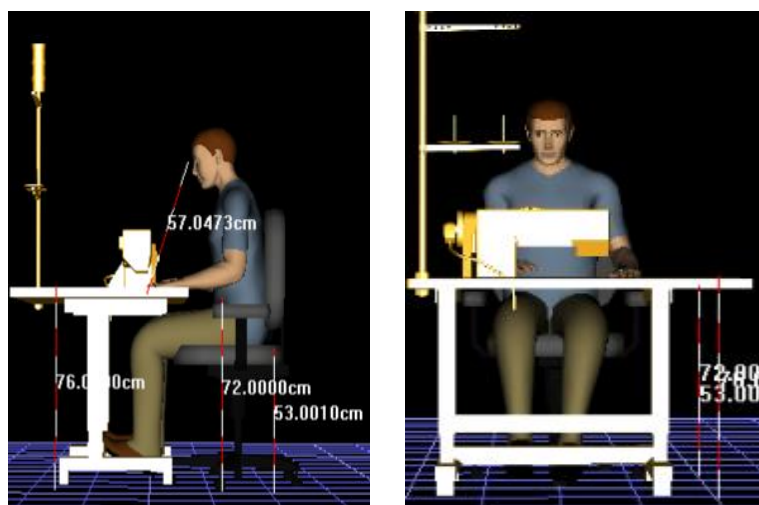
Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup rovný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. Má dostatek prostoru pro práci u šicího stroje. Proto tato výška může obsluhovat šicí stroj.



Obr. 55.: Sed u šicího stroje – 164cm

Výška postavy 176cm (obr. 56)

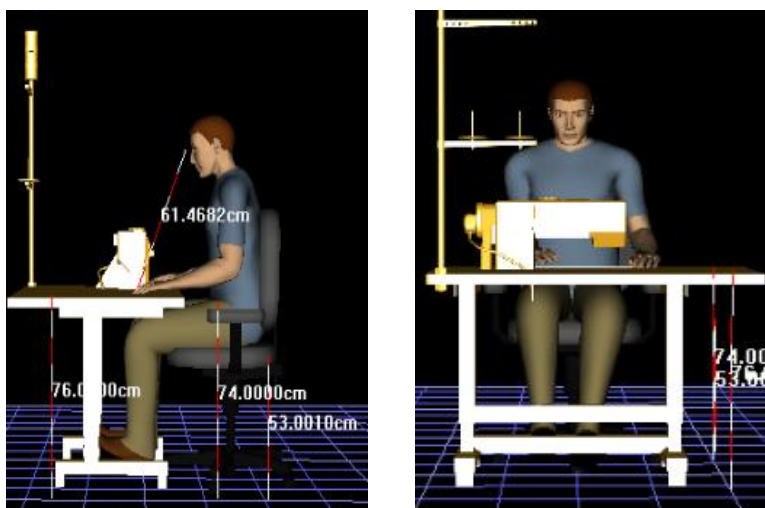
U výšky postavy 176cm je postava ve vzpřímeném sedu, trup rovný, horní končetiny položené na pracovní desce šicího stroje a dolní končetiny položené na pedálech. Při této výšce je možné obsluhovat šicí stroj.



Obr. 56.: Sed u šicího stroje – 176cm

Výška postavy 182cm (obr. 57)

Postava s výškou 182cm je ve vzpřímeném sedu, trup rovný, horní končetiny položené na pracovní desce, dolní končetiny na pedálech šicího stroje. U této výšky má postava malé pohybové rozpětí a nedostatečný zorný úhel. Proto tato výška postavy není vhodná pro práci u šicího stroje.



Obr. 57.: Sed u šicího stroje – 182cm.

Výška základní desky šicího stroje je 76cm. Dle provedené simulace je zřejmé, že výškové skupiny, hodící se k obsluze šicího stroje, jsou u žen od 164 – 170cm, u mužů od 164 – 170cm. Nad 170cm je virtuální zaměstnanec ve větším předklonu, má menší zorný úhel a malý prostor pro manipulaci s dolními končetinami. Tím je znevýhodněn a více namáhán.

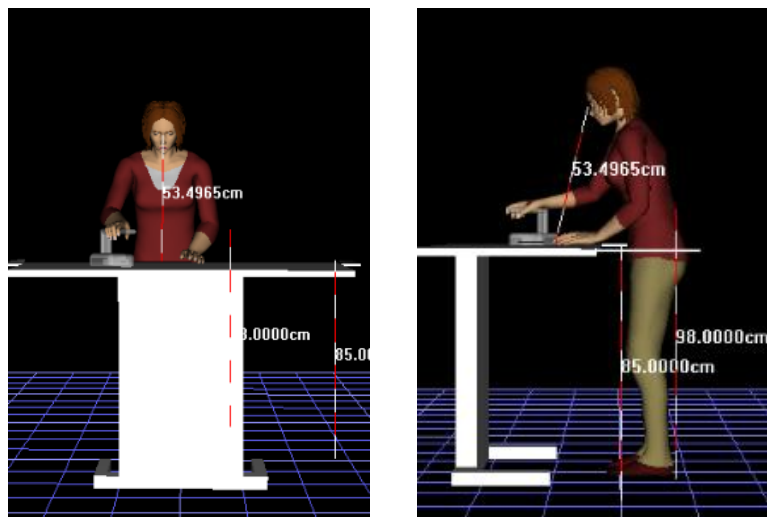
14.3. Ideální výška postavy ve vztahu k žehlicímu stolu

U žehlicího stolu se porovnávaly postavy také ve výškových skupinách u žen 158cm, 164cm, 170cm a 176cm, u mužů 164cm, 170cm, 176cm, 182cm, 188cm a 194cm, zda jsou vyhovující k obsluze.

Ženy

Výška postavy 158cm (obr. 58)

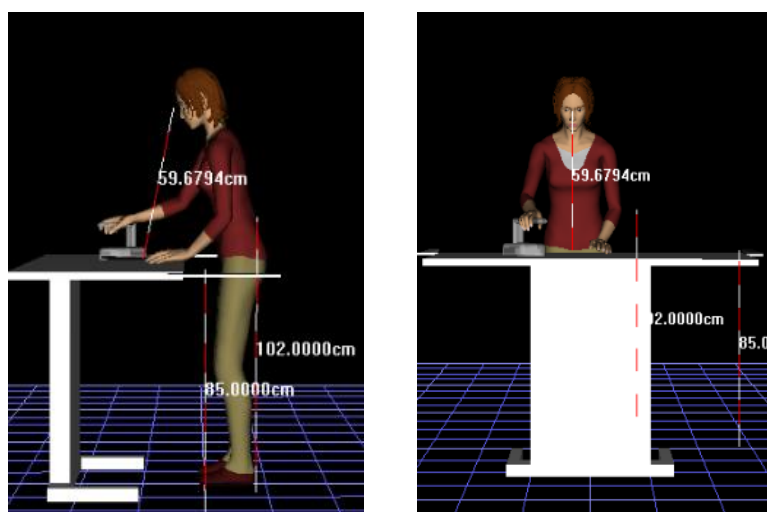
Virtuální pracovník s výškou 158cm je ve vzpřímeném postoji, trup mírně předkloněný, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Postava v této výšce je příliš malá, více namáhána a proto není vhodná pro obsluhu žehlicího stolu.



Obr. 58.: Stoj u žehlicího stolu – 158cm.

Výška postavy 164cm (obr. 59)

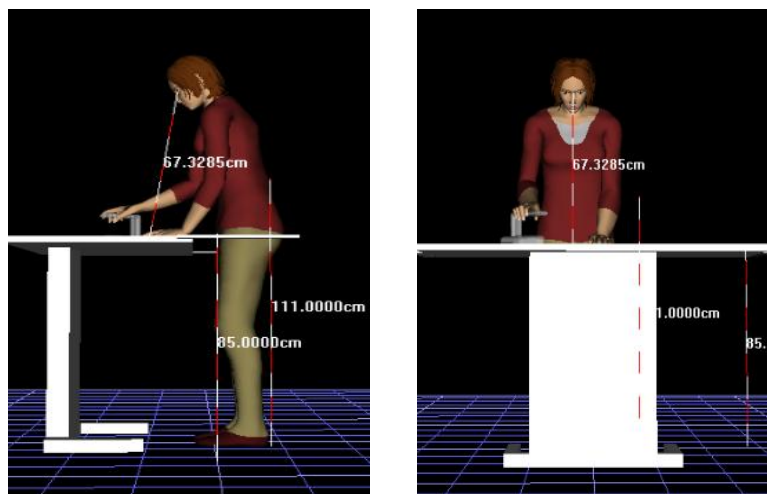
U této výšky je virtuální pracovník ve vzpřímeném postoji, trup v mírném předklonu, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Při této výšce je možné obsluhovat žehlicí stůl.



Obr. 59.: Stoj u žehlicího stolu – 164cm.

Výška postavy 176cm (obr. 60)

U této výšky je virtuální pracovník ve vzpřímeném stoji, trup v mírném předklonu, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Při této výšce je možné obsluhovat žehlicí stůl.

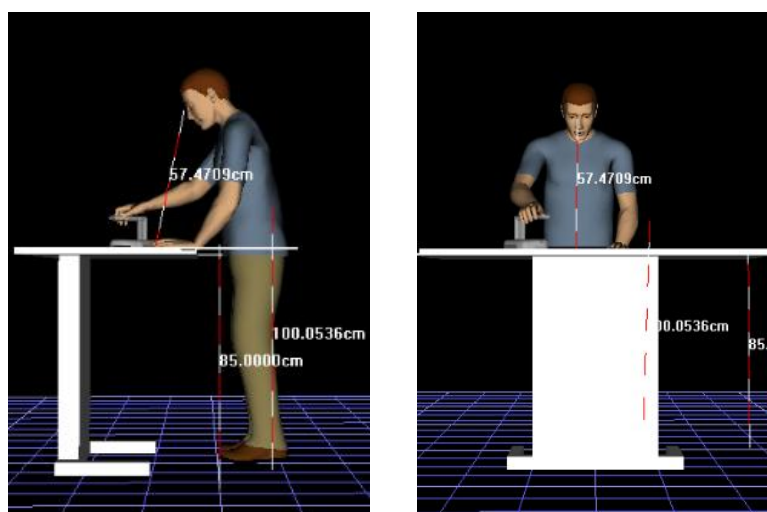


Obr. 60.: Stoj u žehlicího stroje – 176cm.

Muži

Výška postavy 164cm (obr. 61)

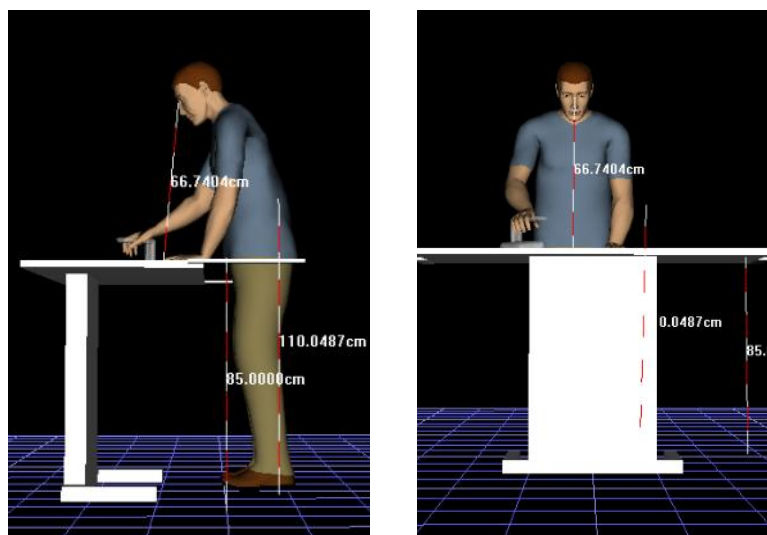
Virtuální pracovník s výškou 164cm je ve vzpřímeném stoji, trup mírně předkloněný, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Při výšce postavy 164cm je možné obsluhovat žehlicí stůl.



Obr. 61.: Stoj u žehlicího stroje – 164cm.

Výška postavy 176cm (obr. 62)

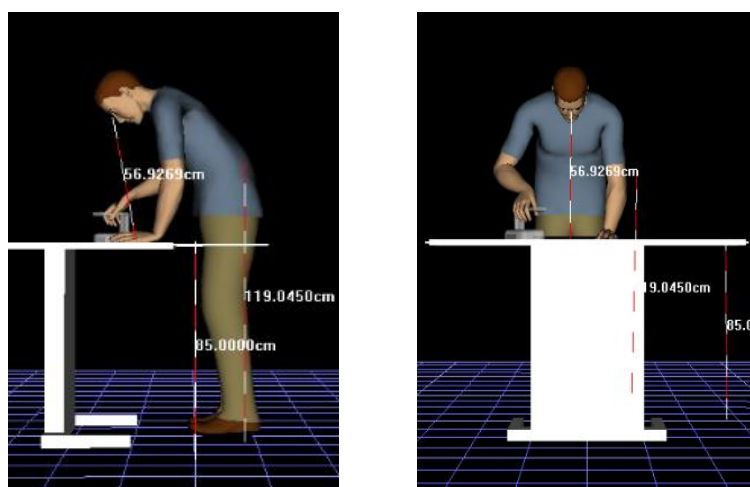
U této výšky je virtuální pracovník ve vzpřímeném stoji, trup v mírném předklonu, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Při této výšce je možné obsluhovat žehlicí stůl.



Obr. 62.: Stoj u žehlicího stroje – 176cm.

Výška postavy 188cm (obr. 63)

Virtuální pracovník s výškou 188cm je ve vzpřímeném stoji, trup předkloněný, pravá horní končetina na rukojeti žehličky, levá horní končetina na pracovní desce žehlicího stolu. Postava v této výšce je příliš vysoká, trup nahnbený, z tohoto důvodu je postava více namáhána a proto není vhodná pro obsluhu žehlicího stolu.



Obr. 63.: Stoj u žehlicího stroje – 188cm

Výška základní desky žehličního stolu je 85cm. Dle provedené simulace je zřejmé, že výškové skupiny, hodící se k obsluze žehličního stroje, jsou u žen od 164 – 176cm, u mužů od 164 – 176cm. Nad 176cm je virtuální zaměstnanec ve velkém předklonu a tím je více namáhán.

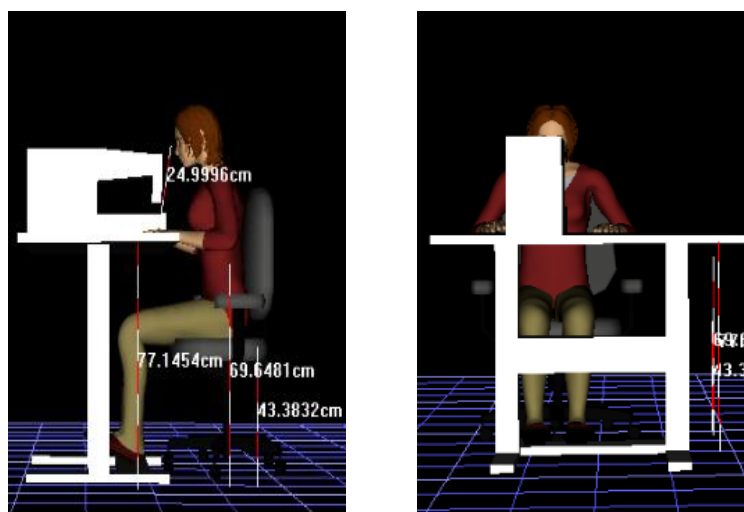
14.4. Ideální výška postavy ve vztahu k dírkovacímu stroji

U dírkovacího stroje se porovnávaly postavy vsedě taktéž ve výškových skupinách u žen 158cm, 164cm, 170cm a 176cm, u mužů 164cm, 170cm, 176cm, 182cm, 188cm a 194cm.

Ženy

Výška postavy 158cm (obr. 64)

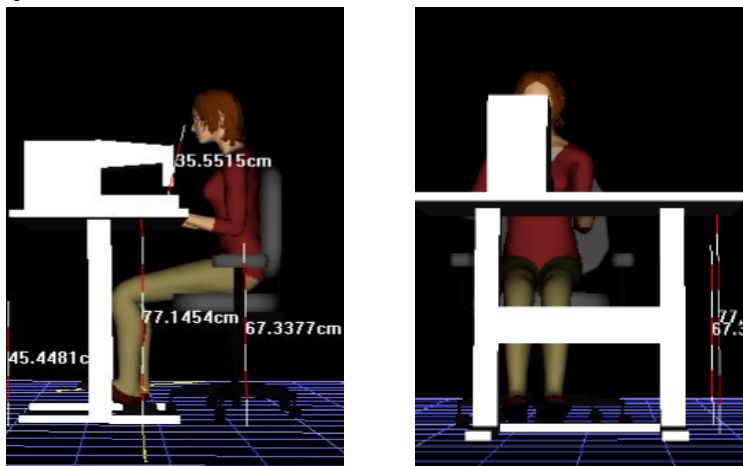
Postava v této výšce je ve vzpřímeném sedu, horní končetiny položené na pracovní desce, dolní končetiny položené na pedálech šicího stroje. Tato výška je pro obsluhu dírkovacího stroje nevyhovující.



Obr. 64.: Sed u dírkovacího stroje – 158cm.

Výška postavy 164cm (obr. 65)

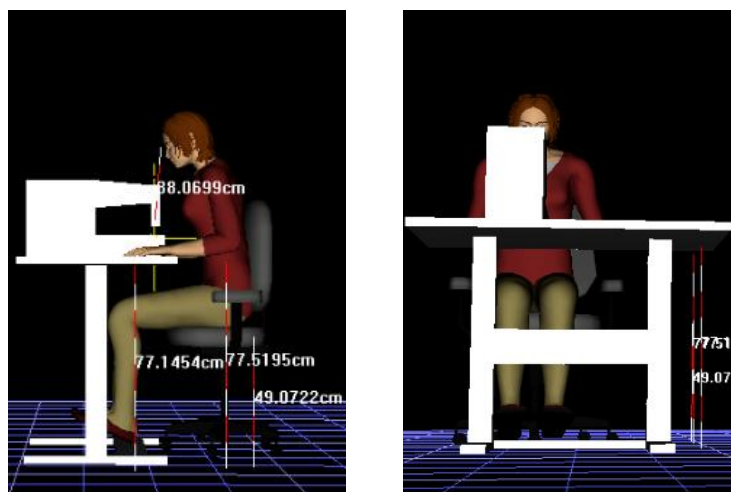
Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup rovný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. Má dostatek prostoru pro práci u dírkovacího stroje. Při této výšce je možné obsluhovat dírkovací stroj.



Obr. 65.: Sed u dírkovacího stroje – 164cm.

Výška postavy 176cm (obr. 66)

Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup předkloněný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. V této poloze má virtuální pracovník dostatek místa pro dolní končetiny, ale zorné pole je nedostatečné a z tohoto důvodu je postava s touto výškou nevyhovující pro práci s dírkovacím strojem.

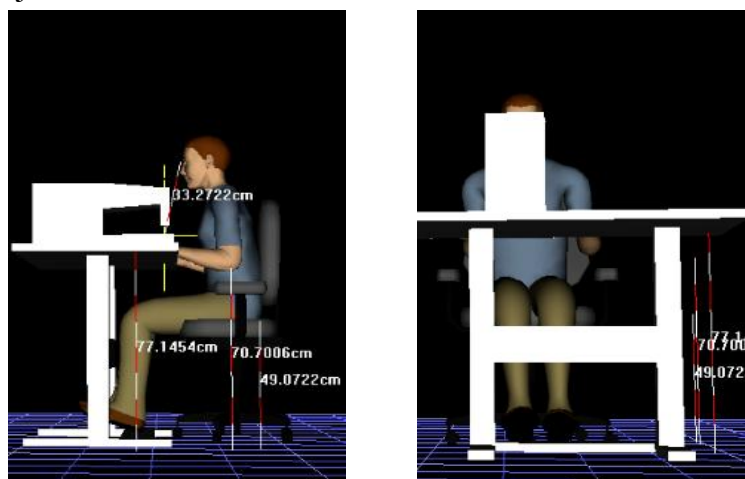


Obr. 66.: Sed u dírkovacího stroje – 176cm.

Muži

Výška postavy 164cm (obr. 67)

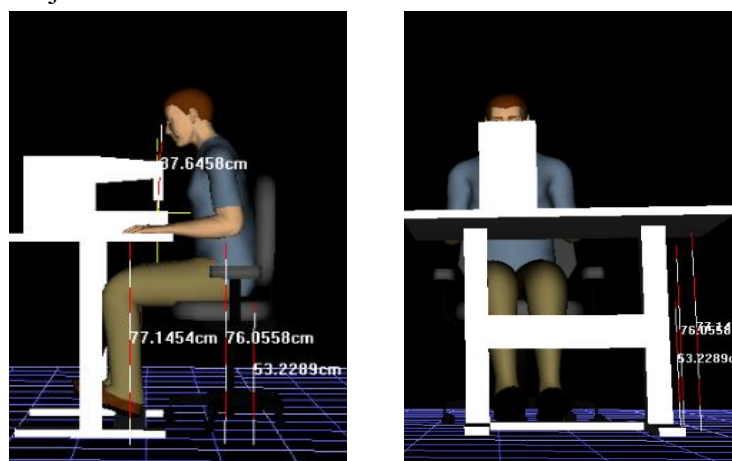
Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup rovný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. Má dostatek prostoru pro práci u dírkovacího stroje. Při této výšce je možné obsluhovat dírkovací stroj.



Obr. 67.: Sed u dírkovacího stroje – 164cm.

Výška postavy 176cm (obr. 68)

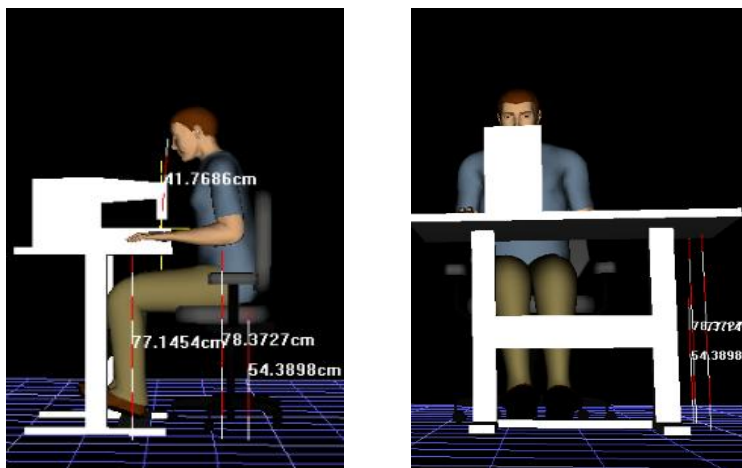
Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup předkloněný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. V této poloze má virtuální pracovník dostatek místa pro dolní končetiny, ale zorné pole je nedostatečné a z tohoto důvodu je postava s touto výškou nevyhovující pro práci s dírkovacím strojem.



Obr. 68.: Sed u dírkovacího stroje – 176cm.

Výška postavy 182cm (obr. 69)

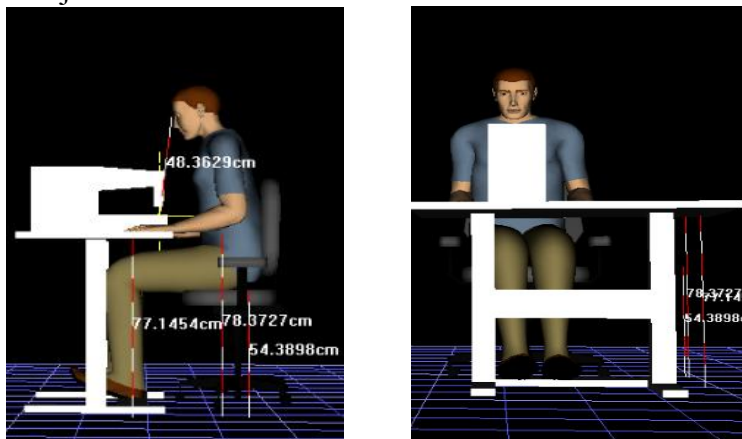
Při této výšce virtuální pracovník sedí ve vzpřímeném sedu, trup předkloněný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. V této poloze má virtuální pracovník dostatek místa pro dolní končetiny, ale zorné pole je nedostatečné a z tohoto důvodu je postava s touto výškou nevyhovující pro práci s dírkovacím strojem.



Obr. 69.: Sed u dírkovacího stroje – 182cm.

Výška postavy 194cm (obr. 70)

Virtuální pracovník s touto výškou sedí ve vzpřímeném sedu, trup předkloněný, horní končetiny položené na pracovní desce a dolní končetiny na pedálech šicího stroje. V této poloze má virtuální pracovník dostatek místa pro dolní končetiny, ale zorné pole je nedostatečné a z tohoto důvodu je postava s touto výškou nevyhovující pro práci s dírkovacím strojem.



Obr. 70.: Sed u dírkovacího stroje – 194cm.

Výška základní desky dírkovacího stroje je 77cm. Dle provedené simulace je zřejmé, že výškové skupiny, hodící se k obsluze dírkovacího stroje, jsou u žen od 164 – 170cm, u mužů od 164 – 170cm. Nad 170cm je virtuální zaměstnanec ve velkém předklonu, má menší zorný úhel a malý prostor pro dolní končetiny. Tím je znevýhodněn a více namáhán.

15. DOPORUČENÁ TYPOLOGIE POSTAV PRO PRÁCI NA ŠICÍ DÍLNĚ VSEDĚ A VSTOJE

V této diplomové práci byl proveden průzkum zaměřený na proporcionalitu lidského těla z ergonomického hlediska. Typy postav byly porovnávány se stroji na daných pracovištích v softwaru Tecnomatix Jack. Z důvodu zda daný pracovník v dané výškové skupině je schopen obsluhovat příslušný stroj nebo je více namáhán než by měl.

Z výsledků diplomové práce je zřejmé, že ne každá postava je vhodná k vybraným pracovištím. Měřením bylo zjištěno, že vhodné výškové skupiny u fixačního lisu jsou: ženy 158 – 170cm, muži 164 – 170cm u šicího stroje: ženy 164 – 170cm, muži 164 – 170cm, žehlicího stolu: ženy 164 – 176cm, muži 164 – 176cm a u speciálního stroje: ženy 164 – 170cm, muži 164 – 170cm.

V tabulkách (tab. 8,9) jsou zaznamenány nejvíce vyhovující výšky pracovní desky k výšce postavy. V tabulce (tab. 10) je provedena typologie postav dle Le Corbusiéra a porovnána se současným doporučením.

Tabulka 8.: Doporučené výšky pro práci vstojе a vsedě z hlediska výškových skupin pro ženy.

ŽENY [rozměry v cm]				
výška postavy	výška židle	výška stolu při práci vsedě	výška stolu při práci vstojе (fixační lis)	výška stolu při práci vstojе (žehlící stůl)
158	43	63	92	72
164	45	65	98	78
170	47	67	104	84
176	49	69	110	90

Tabulka 9.: Doporučené výšky pro práci vstojе a vsedě z hlediska výškových skupin pro muže.

MUŽI [rozměry v cm]				
výška postavy	výška židle	výška stolu při práci vsedě	výška stolu při práci vstojе (fixační lis)	výška stolu při práci vstojе (žehlící stůl)
164	48	68	100 – 102	78
170	50	70	104 – 106	84
176	52	72	109 – 111	90
182	54	74 – 77	113 – 116	96
188	56	76 – 79	118 – 120	102
194	58	78 – 80	122 – 124	108

Tabulka 10.: Výška pro práci vstojе a vsedě z hlediska výškových skupin pro muže dle Le Corbusiera.

MUŽI dle Le Corbusiera [rozměry v cm]				
výška postavy	výška židle	výška stolu při práci vsedě	výška stolu při práci vstojе (fixační lis)	výška stolu při práci vstojе (žehlicí stůl)
164	41	64	71 – 98	71 – 98
170	46	66	76 – 103	76 – 103
176	51	68	81 – 108	81 – 108
182	56	70	86 – 113	86 – 113
188	61	72	91 – 118	91 – 118
194	65	74	95 – 123	95 – 123

ZÁVĚR

Diplomová práce se skládá z teoretické a praktické části. Informace k teoretické části byly čerpány z odborné literatury, manuálu k softwaru Tecnomatix Jack a dalších zdrojů. V teoretické části se věnuji modulu od Le Corbusiera, pravidlům a zásadám pro efektivnost a potřeby při práci z ergonomického hlediska.

Hlavním úkolem v praktické části bylo vytvořit simulace pracovníků u daných pracovišť a zhodnotit pozice z ergonomického hlediska v softwaru Tecnomatix Jack. Tento softwar byl zvolen z důvodu velké škály možností využití k ergonomickým účelům. Poté tyto simulace byly převedeny do video podoby.

Aby simulace pracovníků u daných strojů byly věrohodné a odpovídaly skutečnosti, byly vytvořeny 3D modely pracovišť v Autodesk Inventor 2011, které byly následně importovány do softwaru Tecnomatix Jack pro vytvoření scény pracovišť.

Poté byly provedeny simulace pracovníků u daných pracovišť a analyzovány za pomoci metod RULA a OWAS. Tyto metody určují ergonomickou náročnost jednotlivých pozic. Jednotlivé pozice pohybů u daných pracovišť byly analyzovány samostatně a posuzovány zda vyhovují nebo jsou kritické. Postavy v daných pozicích byly analyzovány u pracovišť fixačního lisu, šicího stroje, mezioperačního žehlení a speciálního stroje. Výsledky z tohoto měření ukazují jaké výškové skupiny člověka jsou schopny obsluhovat dané pracoviště a které ne.

Podkladem pro tuto práci byl Modulor od Le Corbusiera a nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. Na závěr této práce byly dle provedeného měření stanoveny ideální výšky pracovní desky a výšky židle pro práci vsedě a vstoje pro muže i ženy a porovnány s modulem od Le Corbusiera. Toto měření ukazuje, že nejvíce vyhovující výšky postav jsou od 164 do 170cm.

Diplomová práce ukazuje na řešení pracovišť z ergonomického hlediska, tj. člověk a stroj v daných pracovních pozicích a na jejich ergonomickou náročnost, které by měly práci ulehčit, zbytečně nezatížit organismus, předcházet zdravotním problémům, ale vytvořit psychickou a fyzickou pohodu, která povede ke zvyšování produktivity práce.

16. POUŽITÉ ZKRATKY

RULA	(Rapid Upper Limb Assessment) – metoda hodnotící pracovní polohy
OWAS	(Ovako Working posture Analysis) – metoda hodnotící pracovní polohy a zatížení po dobu vykonávání práce.
CAD	(Computer aided design) – počítačem podporovaná tvar výrobku

17. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Axiom Tech, [cit. 2012-04-02], <http://www.axiomtech.cz/page/68100.digitalni-tovarna-tecnomatix-jack/>
- [2] Bok, Vladimír: Klasifikace současných typologických technik z hlediska potřeb tělovýchovného výzkumu. Acta Universitatis Carolinae Gymnica, 1972
- [3] Drozdová Eva: Panorama biologické a sociokulturní antropologie. Základy osteometrie. Brno: Masarykova univerzita, 2004
- [4] Ergonomia i ochrona pracy [online]. Warszawa: 1997 [cit. 2012-01-07]. Analiza obciazenia statycznego metoda OWAS.
<http://www.zie.pg.gda.pl/sikorski/ergonomia/p02/owas2.pdf>
- [5] Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová.: Antropologie, 1967
- [6] Gilbertová S., Matoušek O.: Ergonomie – Optimalizace lidské činnosti, Praha: Grada Publishing, 2002
- [7] Glenn Martina: Le Corbusier [online], 2008 [cit.2012-01-10].
http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=540
- [8] Haass Felix: Architektura 20. století, Praha: SPN, 1983
- [8] Hordějčuk Vojtěch Ing.: Zlatý řez [online], 2006 [cit.2012-01-02].
- [9] Chundela Lubor Prof. Ing.: Ergonomie, ČVUT, 2001
- [10] Lorika cz, [cit. 2012-04-02],
<http://www.ergonomie.name/index.html>
- [11] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., [cit. 2012-04-02],
http://www.zdravotnickaskola5kvetna.cz/downloads/ZP/NV_BOZP.pdf

- [12] Novotný Vladimír (1960): Antropologická problematika v tělovýchovně lékařské práci, Praktický lékař, roč. 40, č. 13, s. 583-588.
- [13] Riegerová Jarmila, Marie Ulbrichová.: Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu, Univerzita Palackého, 1998
- [14] Řezáč Dušan Ing. arch.: Otázky teorie a dějin architektury, ČVUT 2007, [cit.2012-01-07].
<http://www.archiweb.cz/news.php?action=show&type=17&id=4108>
- [15] Valečková Alena: Moderní metody v hodnocení ergonomickým rizik [online]. Praha 2008 [cit.2012-01-07].
http://www.vubp.cz/ces/soubory/valeckova_moderni_metody.pdf

18. SEZNAM PŘÍLAH

Příloha č.1 – Tabulky ergonomického zhodnocení metodami RULA a OWAS